Kritische Untersuchungen über den Verlauf der Ertragskurve bei Kali und Phosphorsäure.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

einer

Hohen Philosophischen Fakultät der Universität Rostock

vorgelegt

von

Hans Joachim Bando

aus Rostock

1931

Kritische Untersuchungen über den Verlauf der Ertragskurve bei Kali und Phosphorsäure.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

einer

Hohen Philosophischen Fakultät der Universität Rostock

vorgelegt

von

Hans Joachim Bando

aus Rostock

1931

Referent: Professor Dr. F. Honcamp.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Bis ungefähr zur Mitte des vorigen Jahrhunderts nahm die Humustheorie von A. Thaer eine bedeutende Stellung ein, die besagt, daß der Gehalt an Humusstoffen im Boden ausschlaggebend sei, während sie die Aschenbestandteile der Pflanzen ganz unberücksichtigt ließ.

Die erste grundlegende Aenderung in dieser Anschauung wurde von C. Sprengel[1]) und vor allen Dingen von Justus v. Liebig[2]) bewirkt. C. Sprengel vertrat die Ansicht, daß die Mineralstoffe im Boden für die Pflanzen ebenso unentbehrlich wären wie die Bestandteile der organischen Düngemittel.

Justus v. Liebigs Verdienst ist es nun, nicht nur diese Theorie weiter ausgebaut und vervollkommnet zu haben, sondern er konnte auch eine Gesetzmäßigkeit zwischen den Wachstumsfaktoren und der Ertragsbildung feststellen. Bis vor gar nicht langer Zeit ist dieses „Gesetz vom Minimum", wie er's nannte, für die Wissenschaft ausschlaggebend und beherrschend gewesen. Liebig[3]) kleidete es in folgende Form: „Die Höhe des Ertrages eines Feldes steht im Verhältnis zu demjenigen zur völligen Entwicklung der Pflanzen unentbehrlichen Nährstoff, der im Boden in geeigneter Form und Beschaffenheit in kleinster Menge vorhanden ist."

J. Liebig[4]) war jedoch auch in seinen Forschungen sich darüber klar geworden, daß gewisse Widerstände im Boden vorhanden seien, die die volle Ausnutzung der vorhandenen Nährstoffe durch die Pflanze erschwerten, und die proportional mit der Zunahme der Nährstoffmengen größer würden. J. Liebig[5]) war sich auch dessen bewußt, daß ein geradliniger Verlauf des Ertrages in Frage gestellt ist, obgleich ihm indessen wohl ein solcher vorgeschwebt hat.

Die Auffassung des Absinkens der Ertragskurve versuchte W. Henneberg[6]) mathematisch zu erfassen in der Annahme, daß die Erträge sich annähernd verhielten wie die Quadratwurzeln der angewandten Nährstoffmengen. Paul Wagner[7]), Adolf Mayer[8]) und Blackman[9]) hielten jedoch an einem geradlinigen Verlauf

---

[1]) C. Sprengel: Bodenkunde 1837. S. 303.
[2]) J. v. Liebig: Die organ. Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie, Braunschweig, 1840 S. 152.
[3]) J. v. Liebig: Die Grundsätze der Agrikulturchemie 1855. 2. Aufl. S. 121.
[4]) J. v. Liebig: Grundsätze der Agrikulturchemie 1855. S. 24.
[5]) J. v. Liebig: Chemische Briefe, Leipzig u. Heidelberg. 1859. Bd. II. S. 473.
[6]) Ph. Zöller: Journal für Landwirtschaft 15. 1867. S. 193.
[7]) P. Wagner: Landw. Jahrbücher 12. 1883. S. 583.
[8]) A. Mayer: Landw. Versuchsstat. 78. 1912. S. 115.
[9]) F. Blackman: Annals of botany 19. 1905. S. 281.

der Ertragskurve fest. In der Folge haben sich viele Forscher mit dem Gesetze des Minimums beschäftigt.

In neuerer Zeit hat E. A. Mitscherlich[10]) die Gültigkeit des Gesetzes vom Minimum bestritten und ein neues Gesetz aufgestellt. Mitscherlich[11]) brachte das Gesetz, welches er das „Wirkungsgesetz der Wachstumsfaktoren" nannte, in folgende Fassung:

„Der Pflanzenertrag steigt mit der Steigerung eines jeden Wachstumsfaktors mit einer dem betreffenden Faktor eigenen Intensität und zwar derart, daß die Ertragssteigerung mit der Zuführung dieses Wachstumsfaktors dem an Höchstertrag fehlenden Ertrag proportional ist."

In eine mathematische Formel gekleidet, lautet das Gesetz:

$$\log (A-y) = \log (A-y_0) - c \cdot x$$

Darin bedeutet:

A den durch die Differenzdüngung erzielte Höchstertrag,
y_0 den Ertrag ohne Differenzdüngung in g,
y den Ertrag in g mit x g Differenzdüngung,
c den Wirkungsfaktor des Wachstumsfaktors.

Naturgemäß entbrannte der Streit der Meinungen um dies Gesetz sehr stark. Es erfolgte die Kritik vieler Forscher, die sich für oder wider das Mitscherlich'sche Gesetz aussprachen. Zu der Frage eines logarithmischen Verlaufs der Ertragskurve nahm vor allem Adolf Mayer[12]) Stellung, der sich dagegen aussprach und Rodewald[13]), der für den logarithmischen Verlauf eintrat unter der Einschränkung, daß der Höchstertrag in der Gleichung sehr unsicher sei. Immerhin stellt auch er eine unbedingte Gesetzmäßigkeit zum mindesten sehr in Frage. Auch andere Forscher haben gegen die Gültigkeit des Gesetzes Stellung genommen.

In den letzten Jahren haben insbesondere H. Wiessmann und K. Naumann[14]) sowie H. Wiessmann und P. Vath[15]) eingehende Untersuchungen zur Klärung des Streites um das Mitscherlich'sche Gesetz ausgeführt.

Auch die vorliegende auf Anregung und unter Leitung von H. Wiessmann durchgeführte Arbeit verfolgt den gleichen Zweck. Insbesondere wurde versucht, folgende Fragen zu lösen:

1. Ist die Funktion zwischen den Düngegaben Kali und Phosphorsäure einerseits und der Ertragshöhe andererseits eine logarithmische, wie sie das Mitscherlich'sche Wirkungsgesetz der Wachstumsfaktoren fordert?

2. Sind die Wirkungsfaktoren, die E. A. Mitscherlich für Kali und Phosphorsäure angibt, richtig?

---

[10]) E. A. Mitscherlich: Zeitschr. f. Pflanzenernährung und Düngung. Teil A. I. 1922. S. 59.
[11]) E. A. Mitscherlich: Landw. Jahrbücher 56. 1921. 71.
[12]) A. Mayer: Landw. Versuchsst. 78. 1912. S. 115.
[13]) Rodewald: Landw. Versuchsst. 78. 245. 389. 1912.
[14]) K. Naumann: Kritische Betrachtungen der Methoden zur Bestimmung des Nährstoffgehaltes im Boden. Dissert. T. H. Dresden 1930. S. 42.
[15]) P. Vath: Kritische Untersuchungen über den Verlauf der Ertragskurve bei Kali u. Phosphorsäure (erscheint demnächst).

3. Wie wirkt sich eine geringere Grunddüngung im Vergleich zu der üblichen sogen. vollen Grunddüngung bei steigenden Kali- bezw. Phosphorsäuregaben auf die Ergebnisse aus?

4. Welchen Einfluß hat die geringere Grunddüngung im Vergleich zu der üblichen sogen. vollen Grunddüngung auf die Wirkungsfaktoren für Kali und Phosphorsäure?

Allgemeines über das Ansetzen der Gefäßversuche.

Um eine Beantwortung der gestellten Fragen herbeizuführen, wurden Gefäßversuche angesetzt und zwar mit steigenden Kali- bezw. Phosphorsäuregaben.

Sie wurden ausgeführt in den von E. A. Mitscherlich[16]) vorgeschlagenen zylindrischen Gefäßen. Diese bestehen aus emailliertem Eisenblech und besitzen an der Unterseite einen Schlitz, durch den das überschüssige Wasser abfließen kann. Der Schlitz wurde mit Drahtgaze, die mit Nesseltuch umwickelt war, belegt, damit einerseits kein Sand durchgespült werden konnte, andrerseits die Flüssigkeit aber trotzdem ungehinderten Durchlauf hatte. Sie wurde in Untersätzen aufgefangen. Die beim jedesmaligen Begießen durchgewaschenen Nährstoffe wurden den Pflanzen wieder nutzbar gemacht, indem der Inhalt der Untersätze stets von neuem oben aufgegossen wurde.

Vor dem Füllen wurden die Gefäße mittels kleiner Quarzsteine auf eine bestimmte Tara gebracht.

Der Inhalt der Gefäße bestand bei den Gefäßversuchen des Jahres 1929 aus Hohenbockaer Glassand, bei denen des Jahres 1930 aus einer Mischung von Glassand und Ackerboden. Die Böden wurden vorher sorgfältig gesiebt und gemischt, um sie somit völlig gleichmäßig zu haben.

Nach Abwiegen des Bodenmaterials auf einer Dezimalwage wurde es in emaillierten Wannen zunächst mit der festen Düngung ($CaCO_3$), sodann mit den gelösten Stoffen vermischt.

Die Mischung wurde sodann in die Gefäße geschüttet, wobei Verluste nach bestem Können vermieden wurden, und die Wannen mit etwas im Gewicht mit einbegriffenem Glassand ausgepinselt. Auf die Mischung kam eine Deckschicht von 1000 g Glassand zu dem Zweck, die jungen Wurzeln nicht unmittelbar mit der konzentrierten Düngelösung in Berührung zu bringen und so eine evtl. Schädigung auszuschalten. Es wurden von jeder Differenzdüngung jeweils vier Parallelgefäße angesetzt.

Wie schon gesagt, wurde der Kalk ($CaCO_3$) in fester Form, alle übrigen Düngemittel jedoch in Lösung gegeben. Es wurden folgende Lösungen hergestellt:

1. Kaliumsulfatlösung, enthaltend in 5 ccm 0,05 g K_2O,
2. Kaliumsulfatlösung, enthaltend in 50 ccm 2,25 g K_2O,

---

[16]) E. A. Mitscherlich: Die Bestimmung des Düngebedürfnisses des Bodens. Berlin 1925. S. 11.

3. Superphosphatlösung, enthaltend in 50 ccm 0,5 g P_2O_5,
4. Superphosphatlösung, enthaltend in 50 ccm 1,0 g P_2O_5,
5. Grunddüngelösung, enthaltend in 50 ccm:
   3,43 g Ammoniumnitrat,
   1,0 g krist. Magnesiumsulfat,
   0,5 g Kochsalz,
6. Eisensulfatlösung, enthaltend 0,2 g $FeSO_4 . 7H_2O$ in 5 ccm.

Diese Lösung wurde infolge ihrer leichten Zersetzbarkeit jeden Tag frisch bereitet.

Die Superphosphatlösung wurde folgendermaßen hergestellt: Da Superphosphat ca. 19% wasserlösliches P_2O_5 enthält, wurde 3,45 kg hiervon abgewogen und 20 Min. lang mit 5 l Wasser unter Umrühren gekocht. Nach dem Abkühlen und Absetzen des unlöslichen Rückstandes, der zum größten Teil aus Gips besteht, wurde die Lösung abgegossen, durch ein Filter in einen Ballon überführt und auf 30 l aufgefüllt.

Sämtliche Lösungen wurden nach ihrer Fertigstellung genau analysiert, und war somit die Richtigkeit des Gehaltes an Nährstoffen gewährleistet. Hierdurch, sowie durch genaues und sauberes Arbeiten, wie es oben beschrieben wurde, war die Grundbedingung für eine fehlerfreie Durchführung der Versuche gegeben.

Die im Jahre 1930 angesetzten Gefäße blieben ohne Zusatz von Kalk, Magnesiumsulfat und Eisensulfat.

Sobald die Gefäße in Freien aufgestellt waren, mußte auf die klimatischen Verhältnisse mit ebenso großer Sorgfalt Rücksicht genommen werden. Die Gefäße wurden in bestimmten Abständen voneinander aufgestellt, und zwar, um sich nicht gegenseitig Licht und Wärme nehmen zu können, nicht zu eng.

Als Versuchspflanze diente im Jahre 1929 Westerwoldisches Raigras, im Jahre 1930 Hafer.

Die Gefäße wurden anfänglich auf einen Wassergehalt von 70% der Wasserkapazität, später auf volle Wasserkapazität gebracht und darauf gehalten. Das Gießen erfolgte während der beiden Vegetationsjahre mit destilliertem Wasser.

Bis zum Auflaufen der Pflanzen blieben die Gefäße mit den Untersätzen bedeckt, um eine Schädigung durch Witterungseinflüsse sowie eine zu starke Verdunstung des Wassers zu verhindern. Später wurden auf die Gefäße Drahthalter gesteckt, um den wachsenden Pflanzen Schutz zu geben.

Die Ernte erfolgte in beiden Jahren zur Zeit der vollen Reife, und zwar bei dem Raigras derart, daß es dicht über den Wurzeln abgeschnitten und ohne Verluste irgend welcher Art in Kästen gebracht wurde. Das Trocknen geschah in großen Schränken bei 100—105° 15 Stunden lang.

Der Hafer wurde in der Weise geerntet, daß zunächst die Körner abgestreift und in Glasgefäße gebracht wurden. Das Stroh wurde darauf dicht über der Wurzel abgeschnitten und in Kästen mit Drahtnetzboden gesammelt. Das Trocknen von beidem geschah in derselben Weise wie bei dem Raigras.

Aus den Erträgen der Parallelgefäße wurden die Mittelerträge berechnet und die jedesmalige mittlere Schwankung hinzugefügt,

um einen Anhalt für die Güte des Mittelwertes zu haben. Die Berechnung der mittleren Schwankung erfolgte nach der vereinfachten [17]) Formel $m = 1{,}2533 \frac{\pm V}{n\sqrt{n-1}}$.

Darin bedeutet V die Summe der absoluten Differenzen der Einzelerträge vom Mittelertrag, n die Anzahl der Parallelversuche.

Gefäßversuche 1929.

Untersuchungen über Kali.

Versuchsreihe I.

Steigende Kaligaben in Form von Kaliumsulfat.

Versuchspflanze: Westerwoldisches Raigras.
Bodenmaterial: 7180 g Hohenbockaer Glassand.

Als Bodenmaterial wurden 7180 g Sand benutzt. Davon wurden 6000 g mit der Düngung vermischt, 1000 g dienten als Deckschicht, und 180 g wurden zur Bedeckung des eingesäten Grassamens angewandt. Die Versuchsreihe bestand aus 10 verschieden hohen Kaligaben. Die einzelnen Kaligaben sind aus der Uebersicht I im Anhang ersichtlich. Das Kali wurde in Form von Kaliumsulfat gegeben. Die Grunddüngung bestand aus:

1,2 g Stickstoff (N) als Ammoniumnitrat,
1,1 g P_2O_5 in Form von wässeriger Superphosphatlösung,
1,0 g krist. Magnesiumsulfat,
0,5 g Kochsalz,
1,5 g kohlensaurem Kalk,
0,2 g krist. Eisensulfat.

Als Versuchspflanze diente Westerwoldisches Raigras. Je Gefäß wurde 1 g eingesät. Die Einsaat erfolgte am 11. Juni, der Aufgang am 15. Juni 1929. Irgend welche Schädigungen traten während der Vegetation nicht auf. Die Gefäße ohne Kalidüngung (1760—1763) wurden am 20. August, die Gefäße mit 0,1 g Kali (1768—1771) am 23. August und die übrigen Gefäße am 29. August 1929 geerntet. Die Ernte erfolgte zur Zeit der Samenreife. Nur die ohne Kalidüngung gebliebenen Pflanzen wiesen keine Samenbildung auf.

Die einzelnen Ernteergebnisse befinden sich in Uebersicht I am Schluß der Arbeit.

Auf Grund der ermittelten Erträge in Trockensubstanz wurde der Wirkungsfaktor für Kali berechnet. Zu diesem Zweck bedienten wir uns der von Mitscherlich aufgestellten Gleichung. Danach ist:

$$\log (A - y) = \log (A - y_0) - cx,$$

[17]) H. Wiessmann: Zeitschrift für Pflanzenernährung und Düngung A. 2,58 1923.

In dieser Gleichung ist:

A der durch Kalidüngung erzielte Höchstertrag in g,
y_0 der Ertrag ohne Kalidüngung in g,
y der Ertrag in g bei einer Kalidüngung mit x g K_2O,
x die jeweils gegebene Kalimenge in g K_2O,
c der Wirkungsfaktor für Kali.

Als Höchstertrag wurde der bei 3,0 g K_2O erzielte Ertrag, also 72,9 g genommen. Jedoch ist wahrscheinlich, daß die Ertragsschwankungen bei 1,5, 2,25 und 3,0 g K_2O mehr zufälliger Art sind, wie auch aus den mittleren Schwankungen hervorgeht. Für y_0 wurde 3,0 g eingesetzt. Unter Benutzung dieser Werte wurden folgende Ergebnisse gezeitigt:

Uebersicht I.

$$\log (72{,}9 - y) = \log (72{,}9 - 3{,}0) - c \cdot x$$

Kaligabe je Gefäß g. K_2O	Mittlere Gesamterträge in Trokkensubstanz g	Wirkungsfaktoren c berechnet	Erträge y berechnet g
0,0	3,0±0,15	—	—
0,1	20,0±0,71	1,21	18,8
0,2	31,9±0,27	1,16	31,2
0,3	42,4±1,36	1,20	40,7
0,5	55,4±1,68	1,20	53,7
0,75	63,1±1,43	1,14	62,8
1,5	69,5±0,60	—	71,4
2,25	72,3±1,63	—	72,7
3,0	72,9±1,05	—	—

Im Mittel: c = 1,12
m = ± 0,03

Wie die Uebersicht I zeigt, sind die aus den einzelnen Mittelerträgen berechneten c-Werte ziemlich konstant. Auch die mit dem mittleren c-Wert (1,12) berechneten Erträge stimmen mit den gefundenen gut überein. Die Versuchsreihe erfüllt somit die von Mitscherlich aufgestellte logarithmische Gleichung, wie auch aus der Kurve Abb. 1 zu ersehen ist.

Steigende Kaligaben in Form von Kaliumsulfat.

Versuchspflanze: Westerwoldisches Raigras.

Bodenmaterial: Hohenbockaer Glassand.

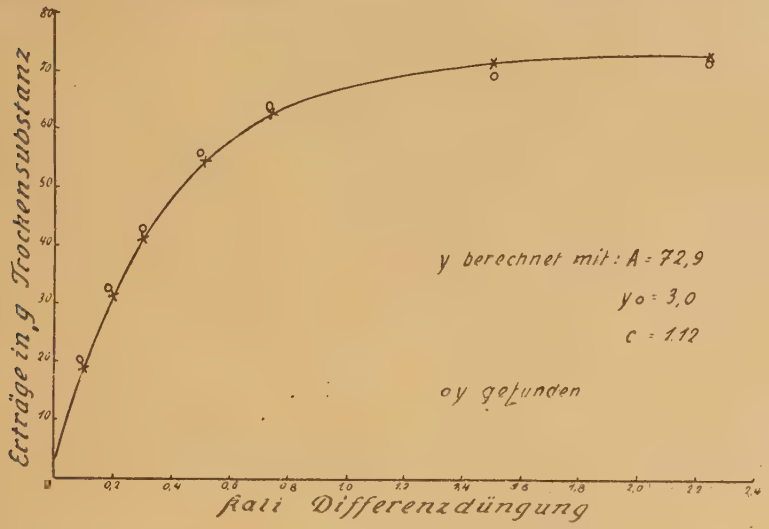

Abb. 1

Versuchsreihe II.

Steigende Kaligaben in Form von Kaliumsulfat bei veränderter Grunddüngung.

Versuchspflanze: Westerwoldisches Raigras.

Bodenmaterial: Hohenbockaer Glassand.

Diese Versuchsreihe unterscheidet sich von der Versuchsreihe I dadurch, daß als Grunddüngung geringere Stickstoff-, Phosphorsäure- und Magnesiummengen gegeben wurden. Die Grunddüngung bestand aus:

0,6 g Stickstoff (N) als Ammoniumnitrat,
0,15 g P_2O_5 in Form von wässeriger Superphosphatlösung,
0,5 g krist. Magnesiumsulfat,
0,5 g Kochsalz,
1,5 g kohlensaurem Kalk,
0,2 g krist. Eisensulfat.

Im übrigen waren die Versuchsbedingungen die gleichen wie bei Versuchsreihe I. Sämtliche Pflanzen hatten Samen gebildet, also auch die ohne Kalidüngung gebliebenen im Gegensatz zu Versuchsreihe I.

Die Einzelergebnisse sind in Uebersicht II am Schlusse der Arbeit zusammengestellt. Im folgenden sei auf Grund der gefundenen Mittelerträge wieder der Wirkungsfaktor für Kali nach der von E. A. Mitscherlich aufgestellten logarithmischen Gleichung berech-

net. Als Höchstertrag (A) wurde der bei 1,5 g K_2O erzielte Ertrag genommen, also 49,5 g. Für y_0 wurde der Wert 6,7 g eingesetzt. Es ergeben sich dann die in Uebersicht II mitgeteilten Werte.

Uebersicht II.

$\log (49{,}5-y) = \log (49{,}5-6{,}7) - c \cdot x$

Kaligabe je Gefäß g. K_2O	Mittlere Gesamterträge in Trokkensubstanz g	Wirkungsfaktoren c berechnet	Erträge y berechnet g
0,0	6,7±0,78	—	—
0,1	22,6±0,49	2,02	20,1
0,2	32,2±0,96	1,97	29,3
0,3	35,8±0,43	1,65	35,6
0,5	40,5±1,05	1,35	43,0
0,75	43,8±0,53	1,17	47,0
1,5	49,5±1,12	—	—
2,25	48,2±1,30	—	—
3,0	48,1±2,06	—	—

Im Mittel: c = 1,63
m = ±0,18

Es fällt auf, daß bei halber Grunddüngung die aus den einzelnen Mittelerträgen berechneten Wirkungsfaktoren keine Konstanz besitzen. Trotzdem stimmen die mit dem gefundenen mittleren Wirkungsfaktor c=1.63 berechneten Erträge mit den gefundenen nicht schlecht überein, wie auch Abbildung 2 zeigt.

Steigende Kaligaben in Form von Kaliumsulfat.

Versuchspflanze: Westerwoldisches Raigras

Bodenmaterial: Hohenbockaer Glassand.

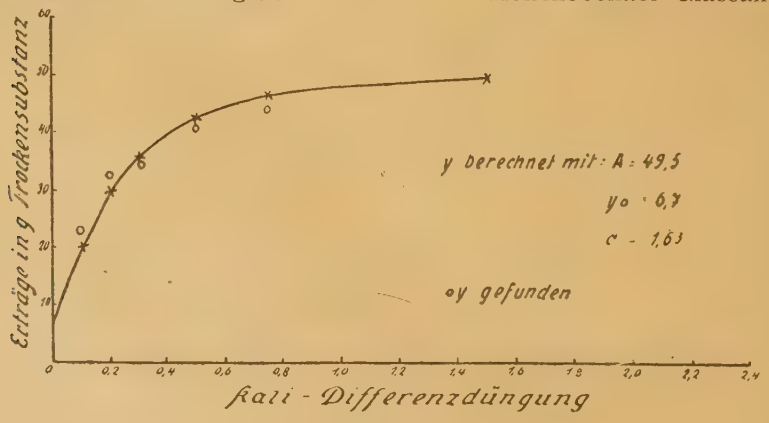

Abb. 2.

Nach E. A. Mitscherlich soll bei gleichem Gehalt an einem Nährstoff prozentual der gleiche Ertrag vom Höchstertrag geerntet werden, gleichgültig, wie auch die übrigen Bedingungen sind. Das ist für unsere Versuche nicht der Fall, wie die folgende Uebersicht noch einmal zeigen mag:

Uebersicht III.

Kaligabe je Gefäß g. K_2O	Ertrag in % vom Höchstertrag bei voller Grunddüngung	bei halber Grunddüngung
0,0	4,19	13,79
0,1	27,33	46,50
0,2	44,55	66,26
0,3	59,22	73,66
0,5	73,38	83,33
0,75	88,13	90,12
1,5	—	—
2,25	—	—
3,0	—	—

Daraus ergibt sich aber die Tatsache, daß aus dem prozentualen Ertrag nicht ohne weiteres eine Schlußfolgerung auf den Gehalt an der vorhandenen Nährstoffmenge gezogen werden darf.

So wurde z. B. bei einer Kaligabe von 0,3 g K_2O je Gefäß bei einer vollen Grunddüngung 59,22%, bei halber Grunddüngung 73,66% des jeweils erzielten Höchstertrages geerntet. Aehnlich liegen die Verhältnisse bei den andern Kalimengen. Naturgemäß sind die prozentualen Unterschiede bei den Erträgen, die dem Höchstertrag nahe kommen, gering.

Es muß noch darauf hingewiesen werden, daß bei der geringeren Grunddüngung die niedrigen Kaligaben höhere Erträge erbrachten als die gleich hohen Kaligaben bei der sogen. vollen Grunddüngung. Es ergibt sich somit die Folgerung, daß die sogen. volle Grunddüngung bei den niedrigen Kaligaben schädigend gewirkt hat. In Hinsicht darauf soll nun geprüft werden, wie der Verlauf der Ertragskurve bei der vollen Grunddüngung (Reihe I) sich gestaltet, wenn man die Erträge benutzt, die bei den niedrigen Kaligaben der geringeren Grunddüngung erzielt wurden. Zu diesem Zwecke seien in die Versuchsreihe I für die bei 0,0, 0,1 und 0,2 g K_2O erhaltenen Erträge je Gefäß die Werte 6,7, 22,6 und 32,2 eingesetzt. Es ergibt sich folgendes Bild:

Uebersicht IV.

Kaligabe je Gefäß	Erträge y je Gefäß	Wirkungsfaktor c berechnet	Erträge y berechnet
0,0	6,7	—	—
0,1	22,6	1,19	21,9
0,2	32,2	1,06	33,6
0,3	42,4	1,12	42,6
0,5	55,9	1,15	54,9
0,75	63,1	1,11	63,5

Im Mittel: $c = 1{,}13$

Wie ein Vergleich der Uebersicht IV mit Uebersicht II zeigt, ändert sich die Konstanz des Wirkungsfaktors nicht, wohl aber seine Größe.

Untersuchungen über Phosphorsäure.
Versuchsreihe III.
Steigende Phosphorsäuregaben in Form von Superphosphat.

Versuchspflanze: Westerwoldisches Raigras. **Bodenmaterial:** Hohenbockaer Glassand.

Die Versuchsreihe bestand aus 10 verschieden hohen Phosphorsäuregaben, die in Form von Superphosphat gegeben wurden. Die Höhen der einzelnen Gaben sind aus Uebersicht III am Schluß der Arbeit ersichtlich. Es wurden auch hier für die einzelnen Differenzdüngungen je 4 Parallelgefäße angesetzt. Die Grunddüngung bestand aus:

1,2 g Stickstoff (N) als Ammoniumnitrat,
2,25 g K_2O in Form von Kaliumsulfat,
1,0 g krist. Magnesiumsulfat, 1,5 g kohlensaurem Kalk,
0,5 g Kochsalz, 0,2 g krist. Eisensulfat.

Auch hier wurde wie bei den Kaliversuchen Westerwoldisches Raigras als Versuchspflanze angewandt, und 1 g je Gefäß eingesät. Die Versuchsbedingungen und Daten waren dieselben wie bei den Kaligefäßen der Versuchsreihe I. Während der Vegetation traten keinerlei Schädigungen auf. Die Gefäße ohne Phosphorsäuredüngung (1804—1807) wurden am 22. August, die übrigen Gefäße am 29. August 1929 geerntet. Auch hier erfolgte die Ernte zur Zeit der Samenreife. Die ohne Phosphorsäuredüngung gebliebenen Pflanzen wiesen keine Samenbildung auf.

Die einzelnen Ernteergebnisse sind aus Uebersicht III am Schluß der Arbeit ersichtlich.

Auf Grund der ermittelten Erträge in Trockensubstanz wurde der Wirkungsfaktor für Phosphorsäure berechnet. Zu diesem Zwecke bedienten wir uns wiederum der von Mitscherlich aufgestellten Gleichung. Als Höchstertrag (A) wurde der Ertrag genommen, der bei 0,45 g P_2O_5 erzielt wurde. also 75,8 g. Für y_0 wurde der Wert 1,8 g eingesetzt. Die Uebersicht V zeigt die gefundenen Werte.

Uebersicht V.

$$\log (75{,}8-y) = \log (75{,}8-1{,}8) - c \cdot x$$

Phosphorsäuregabe je Gefäß g P_2O_5	Mittlere Gesamterträge in Trockensubstanz g	Wirkungsfaktoren c berechnet	Erträge y berechnet g
0,0	1,8±0,24	—	—
0,1	35,4±1,38	2,63	44,7
0,15	51,9±1,94	3,27	55,7
0,2	62,8±0,72	3,78	62,8
0,3	74,0±1,30	5,38	70,3
0,45	75,8±1,20	—	—

Im Mittel: $c = 3{,}77$
$m = \pm 0{,}59$

Aus Uebersicht V ist ersichtlich, daß die gefundenen c-Werte nicht konstant sind, und somit die Bedingung der von Mitscherlich aufgestellten logarithmischen Gleichung nicht erfüllt ist. Es liegt die Vermutung nahe, daß die Phosphorsäure in den einzelnen Gefäßen zum Teil durch das zugegebene Eisensulfat festgelegt wurde, und hierauf die Unterschiede zurückzuführen sind.

Der besseren Uebersicht halber seien in folgender Abbildung die errechneten Erträge graphisch dargestellt.

Steigende Phosphorsäuregaben in Form von Superphosphat.

Versuchspflanze: Westerwoldisches Raigras

Bodenmaterial: Hohenbockaer Glassand.

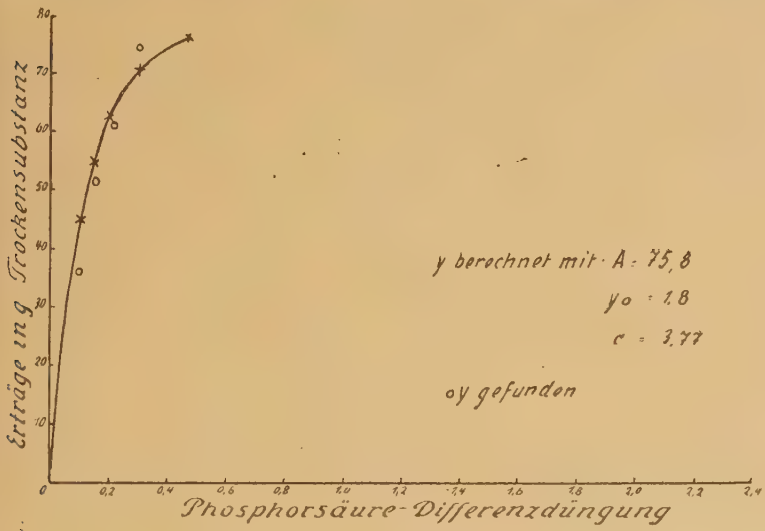

Abb. 3.

Versuchsreihe IV.

Steigende Phosphorsäuregaben in Form von Superphosphat bei veränderter Grunddüngung.

Versuchspflanze: Westerwoldisches Raigras.

Bodenmaterial: Hohenbockaer Glassand.

Wie bei den Untersuchungen über Kali unterscheidet sich diese Reihe von der Versuchsreihe III dadurch, daß als Grunddüngung geringere Stickstoff-, Kali- und Magnesiummengen gegeben wurden. Die Grunddüngung bestand hier aus:

0,6 g Stickstoff (N) als Ammoniumnitrat,
0,5 g K_2O in Form von Kaliumsulfat,
0,5 g krist. Magnesiumsulfat,
0,5 g Kochsalz,
1,5 g kohlensaurem Kalk,
0,2 g krist. Eisensulfat.

Die Versuchsbedingungen waren dieselben wie bei Versuchs-

reihe I. Die Pflanzen wiesen sämtlich Samenbildung auf im Gegensatz zu Versuchsreihe III. Die Einzelerträge sind aus Uebersicht IV am Schluß der Arbeit ersichtlich.

Auf Grund der gefundenen Erträge sei im folgenden wieder der Wirkungsfaktor für Phosphorsäure nach der logarithmischen Gleichung von E. A. Mitscherlich errechnet. Als Höchstertrag (A) wurde der bei 0,2 g P_2O_5 gefundene Wert eingesetzt, also 48,0 g. y_0 hatte den Wert 1,9 g. Es ergaben sich die in Uebersicht VI zusammengestellten Werte.

Uebersicht VI.

$\log (48{,}0 - y) = \log (48{,}0 - 1{,}9) - c \cdot x$

Phosphorsäuregaben je Gefäß g P_2O_5	Mittlere Gesamterträge in Trockensubstanz g	Wirkungsfaktoren c berechnet	Erträge y berechnet g
0,0	1,9±0,13	—	—
0,1	36,0±1,16	6,14	36,4
0,15	41,8±0,91	5,81	42,2
0,2	48,0±1,41	—	—

Im Mittel: $c = 5{,}98$
$m = \pm 0{,}21$

Da der Höchstertrag schon sehr schnell bei 0,2 g erreicht ist, ergibt sich nur eine kurze Kurve, wie Abbildung 4 zeigt. Die beiden errechneten Wirkungsfaktoren stimmen zwar gut überein, in Anbetracht dessen aber, daß wegen der Kürze der Versuchsreihe sich nur 2 Werte ergeben, sollen daraus keine weiteren Schlüsse gezogen werden. Wie man auch hier zum Wirkungsfaktor stehen mag, so viel scheint die Versuchsreihe zu zeigen, daß der Wirkungsfaktor der Phosphorsäure bei geringerer Grunddüngung höher ist als bei der sogen. vollen Grunddüngung, daß also von einer Konstanz der Wirkungsfaktoren unter verschiedenen Bedingungen, wie Mitscherlich behauptet, nicht die Rede sein kann.

Steigende Phosphorsäuregaben in Form von Superphosphat.
Versuchspflanze: Westerwoldisches Raigras.
Bodenmaterial: Hohenbockaer Glassand.

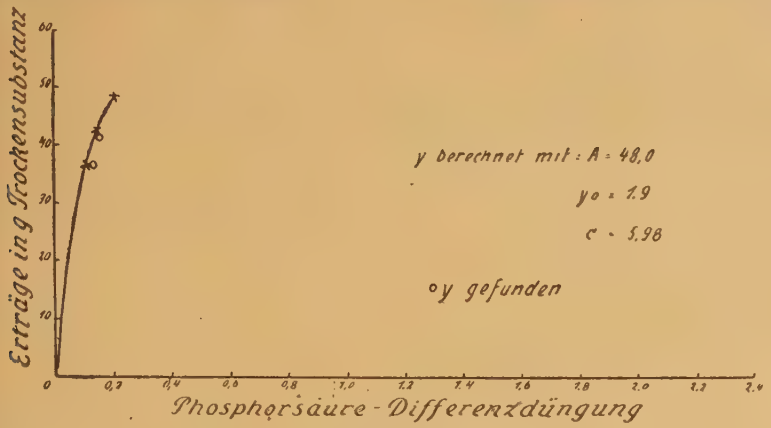

Abb. 4.

Wie bei den Untersuchungen über Kali möge auch hier wieder eine Zusammenstellung folgen, die beweist, daß für unsere Versuche die von E. A. Mitscherlich aufgestellte Behauptung, daß bei gleichem Gehalt an einem Nährstoff prozentual der gleiche Ertrag vom Höchstertrag geerntet werden soll unter sonst verschiedenen Bedingungen, keine Geltung hat.

Uebersicht VII.

Phosphorsäuregabe je Gefäß g P_2O_5	Ertrag in % vom Höchstertrag bei voller Grunddüngung	bei halber Grunddüngung
0,0	2,40	3,96
0,1	47,20	76,67
0,15	69,20	87,08
0,2	83,73	—

Es ergibt sich also auch hier der Schluß, daß aus dem prozentualen Ertrag nicht ohne weiteres eine Schlußfolgerung auf den Gehalt der vorhandenen Nährstoffmenge gezogen werden kann.

Gefäßversuche 1930.

Untersuchungen über den Verlauf der Ertragskurve auf Grund der gegebenen Kalimengen bei Boden-Sandgemischen.

Versuchsreihe V.

Versuchspflanze: Hafer. **Bodenmaterial:** 1000 g Boden Vietgest + 6000 g Sand.

Als Bodenmaterial dienten 1000 g Boden des Gutes Vietgest. Dieser wurde mit 5000 g Hohenbockaer Glassand und mit der Düngelösung vermischt.

Als Deckschicht wurden sodann weitere 1000 g Glassand aufgegeben, um eine direkte Berührung der Haferkörner mit der konzentrierten Düngung zu vermeiden. Die Versuchsreihe bestand aus 9 verschieden hohen Kaligaben, deren Höhe und einzelne Erträge aus Uebersicht V am Schluß der Arbeit ersichtlich sind. Die Einsaat erfolgte in der vorn geschilderten Weise am 2. Mai 1930. Die Pflanzen liefen am 15. Mai ordnungsmäßig auf und hatten keine besonderen Merkmale. Sie wurden später durch Verziehen auf 35 vermindert. Die Ernte erfolgte am 22. August bei voller Reife; irgend welche Besonderheiten während der Vegetationszeit waren nicht zu verzeichnen. Das Kali wurde als Kaliumsulfat gegeben. Die Grunddüngung bestand aus:

1,2 g Stickstoff (N) als Ammoniumnitrat,

1,1 g P_2O_5 in Form von wässeriger Superphosphatlösung,

0,5 g Kochsalz.

Im Gegensatz zu den vorjährigen Versuchen wurde von einer Zugabe von Magnesiumsulfat, Eisensulfat und kohlensaurem Kalk abgesehen.

Auf Grund der ermittelten Erträge in Trockensubstanz wurde der Wirkungsfaktor für Kali berechnet unter Benutzung der von E. A. Mitscherlich aufgestellten logarithmischen Gleichung:

$$\log (A-y) = \log (A-y_0) - c.\ x.$$

In dieser Gleichung ist:

A der durch Kalidüngung erzielte Höchstertrag in g,

y_0 der Ertrag ohne Kalidüngung in g,

y der Ertrag in g bei einer Kalidüngung mit x g K_2O,

c der Wirkungsfaktor für Kali.

Für A wurde der bei 2,4 g K_2O erzielte Ertrag genommen, also 116,5 g, für y_0 wurde 51,5 g eingesetzt. Es ergibt sich folgende Uebersicht:

Uebersicht VIII.

$\log (116{,}5 - y) = \log (116{,}5 - 51{,}5) - c \cdot x$

Kaligabe je Gefäß g. K_2O	Mittlere Gesamterträge in Trockensubstanz g	Wirkungsfaktoren c berechnet	Erträge y berechnet g
0,0	51,5±2,68	—	—
0,05	56,6±3,40	—	58,1
0,1	63,2±1,88	0,86	64,0
0,2	78,3±1,59	1,15	74,1
0,3	82,5±1,81	0,94	82,3
0,5	92,6±1,81	0,87	94,2
0,8	102,0±2,23	0,81	104,8
1,6	111,6±4,07	—	114,4
2,4	116,5±2,90	—	—

Im Mittel: $c = 0{,}93$
$m = \pm 0{,}06$

Die Uebersicht VIII zeigt, daß die c-Werte ziemlich konstant sind. Von einer Berechnung der c-Werte bei 0,05 und 1,6 g K_2O wurde abgesehen, da die Erträge zu großen bezw. kleinen Schwankungen im Verhältnis zur Düngung ausgesetzt sind, was sich bei Berechnung des Wirkungsfaktors zu stark ausprägen würde.

Die gefundenen Erträge stimmen mit den mit dem Wirkungsfaktor 0,93 errechneten gut überein. Also ist die Mitscherlich'sche Gleichung annähernd erfüllt. Sie lautet demgemäß für diese Versuchsreihe:

$\log (116{,}5 - y) = \log (116{,}5 - 51{,}5) - 0{,}93 \cdot x$

Aus Abbildung 5 ist eine graphische Darstellung der mit dem mittleren Wirkungsfaktor $c = 0{,}93$ errechneten Erträge ersichtlich.

Steigende Kaligaben in Form von Kaliumsulfat.
Versuchspflanze: Hafer. **Bodenmaterial:** Bodensandgemisch.

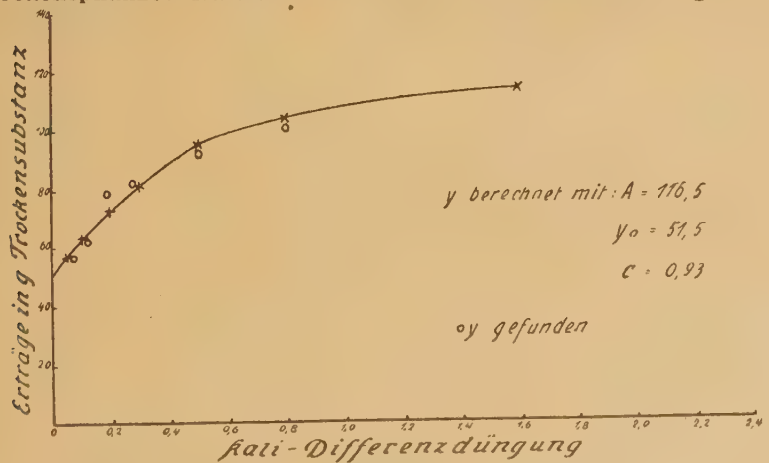

Abb. 5.

Versuchsreihe VI.

Steigende Kaligaben in Form von Kaliumsulfat.

Versuchspflanze: Hafer. **Bodenmaterial:** 1000 g Boden Großenhof + 6000 g Sand.

Diese Versuchsreihe unterscheidet sich von der vorigen nur dadurch, daß ein Boden vom Gute Großenhof verwandt wurde. Im übrigen waren sämtliche Bedingungen dieselben wie bei Versuchsreihe V.

Aus unbekanntetn Gründen fielen die Erträge der Gefäße Nr. 1547 u. 1558 aus dem Rahmen der übrigen Parallelgefäße der entsprechenden Kaligaben und wurden deshalb bei der Berechnung der Mittelerträge fortgelassen.

Für die Berechnung des Wirkungsfaktors c wurde eingesetzt:
für A der Ertrag bei 2,4 g K_2O, also 111,2 g,
für y_o 56,6 g.

Die Berechnung erfolgte nach der Formel:
$\log (111{,}2 - y) = \log (111{,}2 - 56{,}6) - c \cdot x$,
und es ergibt sich somit folgende Uebersicht:

Uebersicht IX.

Kaligabe je Gefäß g. K_2O	Mittlere Gesamterträge in Trockensubstanz g	Wirkungsfaktoren c berechnet	Erträge y berechnet g
0,0	56,6±2,24	—	—
0,05	65,7±2,30	—	63,4
0,1	76,4±2,24	1,96	69,3
0,2	80,0±3,98	1,22	79,0
0,3	82,9±2,53	0,95	86,5
0,5	92,3±3,63	0,92	96,7
0,8	96,7±1,77	0,72	104,6
1,6	106,9±1,54	—	110,4
2,4	111,2±2,59	—	—

Im Mittel c = 1,15
m = ±0,22

Wie die Uebersicht IX zeigt, sind die gefundenen c-Werte nicht konstant.

Die Berechnung des Wirkungsfaktors bei 0,05 und 1,6 g K_2O wurde aus denselben Gründen wie bei Versuchsreihe V unterlassen.

Die gefundenen Erträge dieser Versuchsreihe steigen nur annähernd nach der Mitscherlich'schen Gleichung an, wie auch aus Abb. 6 hervorgeht.

Steigende Kaligaben in Form von Kaliumsulfat.
Versuchspflanze: Hafer. **Bodenmaterial:** Boden-Sandgemisch.

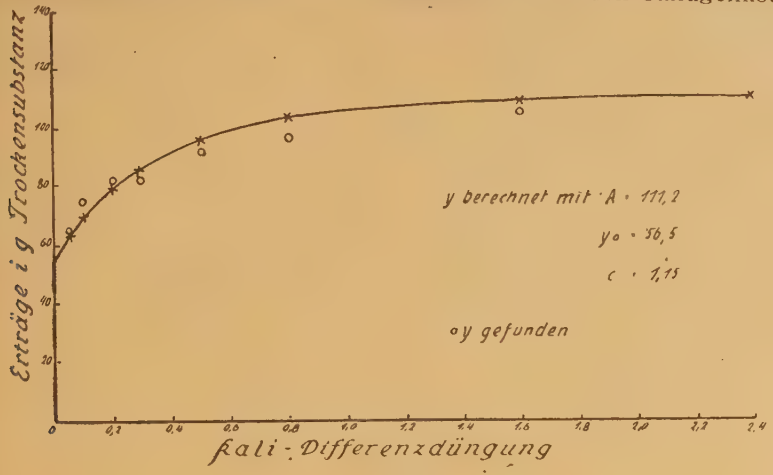

Abb. 6.

Die einzelnen Erträge sind aus Uebersicht VI am Schluß der Arbeit ersichtlich.

Versuchsreihe VII.

Steigende Kaligaben in Form von Kaliumsulfat.
Versuchspflanze: Hafer. **Bodenmaterial:** 1000 g Boden Hageboek + 6000 g Sand.

Es wurde für diese Versuchsreihe ein Boden vom Gute Hageboek genommen, und in der bekannten Weise und unter gleichen Bedingungen wie die vorigen angesetzt.

Die Erträge der Gefäße Nr. 1631 u. 1640 blieben aus unbekannten Gründen zurück und wurden bei der Errechnung der Mittelerträge außer acht gelassen.

Die Berechnung des Wirkungsfaktors erfolgte unter Zugrundelegung folgender Werte:

$A = 111{,}9$ g, des bei 2,4 g K_2O erzielten Ertrages,
$y_0 = 38{,}2$ g.

Die Formel:

$$\log (111{,}9 - y) = \log (111{,}9 - 56{,}6) - c \cdot x,$$

ergibt dann folgende Zusammenstellung:

Uebersicht X.

Kaligabe je Gefäß g. K_2O	Mittlere Gesamterträge in Trockensubstanz g	Wirkungsfaktoren c berechnet	Erträge y berechnet g
0,0	38,2±1,20	—	—
0,05	51,0±3,77	—	46,6
0,1	56,7±1,34	1,26	54,0
0,2	69,1±1,74	1,18	66,5
0,3	76,3±2,12	1,05	76,2
0,5	85,4±4,25	0,89	89,9
0,8	95,8±1,65	0,85	101,2
1,6	103,5±1,39	—	110,4
2,4	111,9±2,12	—	—

Im Mittel: c = 1,05
m = ±0,09

Aus Uebersicht X ist ersichtlich, daß die gefundenen c-Werte nicht als konstant bezeichnet werden können. Trotzdem liegen die mit c = 1,05 errechneten Erträge einigermaßen nahe bei den gefundenen.

Auch bei dieser Versuchsreihe wurde von der Berechnung des c bei 0,05 und 1,6 g K_2O aus den bekannten Gründen abgesehen.

Bei der Berechnung der Kurve (Abb. 7) wurde für c der Wert 1,05 in die Mitscherlich'sche Gleichung eingesetzt.

Die einzelnen Erträge sind aus Uebersicht VII am Schluß der Arbeit ersichtlich.

Steigende Kaligaben in Form von Kaliumsulfat.
Versuchspflanze: Hafer. **Bodenmaterial:** Boden-Sandgemisch.

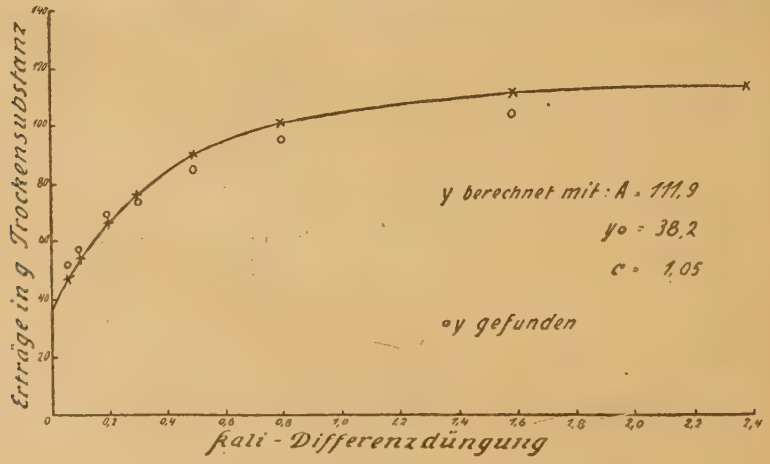

Abb. 7.

Versuchsreihe VIII.

Steigende Kaligaben in Form von Kaliumsulfat.

Versuchspflanze: Hafer. **Bodenmaterial:** 1000 g Boden Bellin + 6000 g Sand.

Als Bodenmaterial diente bei dieser Versuchsreihe ein Boden vom Gute Bellin, der in derselben Weise wie der der vorigen angesetzt wurde.

Für die Berechnung des Wirkungsfaktors wurden folgende Werte eingesetzt:

A = 104,3 g, der bei 2,4 g K_2O erzielte Ertrag,
y_0 = 39,8 g.

Nach der Formel:

log (104,3 — y) = log (104,3 — 39,8) — c. x

ergibt sich folgende Uebersicht:

Uebersicht XI.

Kaligabe je Gefäß g. K_2O	Mittlere Gesamterträge in Trokkensubstanz g	Wirkungsfaktoren c berechnet	Erträge y berechnet g
0,0	39,8±1,63	—	—
0,05	56,5±1,85	—	48,2
0,1	58,0±1,93	1,44	55,6
0,2	72,0±3,30	1,50	67,5
0,3	75,4±2,14	1,16	76,5
0,5	88,2±2,73	1,21	88,5
0,8	89,6±2,35	0,80	97,5
1,6	97,4±2,37	—	103,6
2,4	104,3±1,63	—	—

Im Mittel: c = 1,22
m = ±0,12

Wie aus Uebersicht XI ersichtlich ist, läßt die Konstanz der c-Werte zu wünschen übrig. Die mit Hilfe des mittleren Wertes c = 1,22 errechneten Erträge liegen trotzdem verhältnismäßig nahe bei den gefundenen.

Die Berechnung des Wirkungsfaktors bei 0,05 und 1,6 g K_2O wurde auch hier unterlassen.

In Abb. 8 sind die nach der Mitscherlich'schen Gleichung berechneten Erträge graphisch vor Augen geführt.

Steigende Kaligaben in Form von Kaliumsulfat.

Versuchspflanze: Hafer. **Bodenmaterial:** Boden-Sandgemisch.

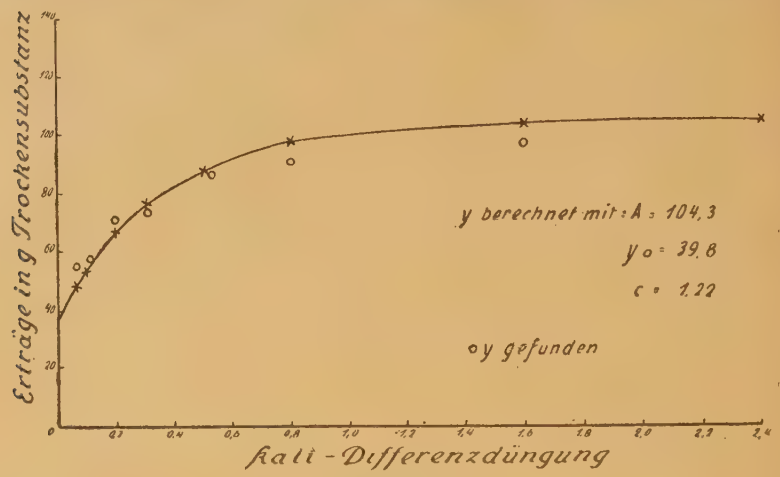

Abb. 8.

Die einzelnen Erträge sind aus Uebersicht VIII am Schluß der Arbeit ersichtlich.

Versuchsreihe IX.

Steigende Kaligaben in Form von Kaliumsulfat.

Versuchspflanze: Hafer. **Bodenmaterial:** 1000 g Boden Mamerow II + 6000 g Sand.

Unter denselben Bedingungen wie die vorigen Böden wurde ein Boden vom Gute Mamerow II angesetzt.

Das Gefäß Nr. 1694 wurde bei der Berechnung des Mittelwertes fortgelassen, da aus unbekannten Gründen eine Uebereinstimmung mit den übrigen Parallelgefäßen nicht erzielt war.

Die Berechnung des Wirkungsfaktors c erfolgte unter Zugrundelegung folgender Werte:

$A = 129{,}3$ g, des bei 1,6 g K_2O erzielten Ertrages,

$y_0 = 50{,}9$ g.

Im Gegensatz zu den vorigen Versuchsreihen war hier der Höchstertrag schon bei 1,6 g K_2O erreicht.

Die Formel:

$$\log (129{,}3 - y) = \log (129{,}3 - 50{,}9) - c \cdot x$$

ergibt folgende Uebersicht:

Uebersicht XII.

Kaligabe je Gefäß g. K_2O	Mittlere Gesamterträge in Trokkensubstanz g	Wirkungsfaktoren c berechnet	Erträge y berechnet g
0,0	50,9±2,40	—	—
0,05	65,8±0,60	—	59,9
0,1	72,7±0,92	1,41	67,9
0,2	79,3±1,33	0,98	81,2
0,3	89,8±2,12	0,99	91,6
0,5	106,6±2,73	1,08	106,2
0,8	112,4±2,12	0,83	118,2
1,6	129,3±1,08	—	—
2,4	124,5±0,36	—	—

Im Mittel: c = 1,06
m = ±0,09

Abgesehen von einer Zahl zeigt Uebersicht XII eine gewisse Konstanz der berechneten c-Werte. Die mit dem mittleren c-Wert c = 1,06 errechneten Erträge stimmen demgemäß auch einigermaßen mit den gefundenen überein.

Auch hier wurde bei 0,05 g K_2O die Berechnung des Wirkungsfaktors aus den bekannten Gründen unterlassen.

Abbildung 9 ergibt eine graphische Darstellung der nach der Mitscherlich'schen Gleichung berechneten Erträge.

Steigende Kaligaben in Form von Kaliumsulfat.
Versuchspflanze: Hafer. **Bodenmaterial:** Boden-Sandgemisch.

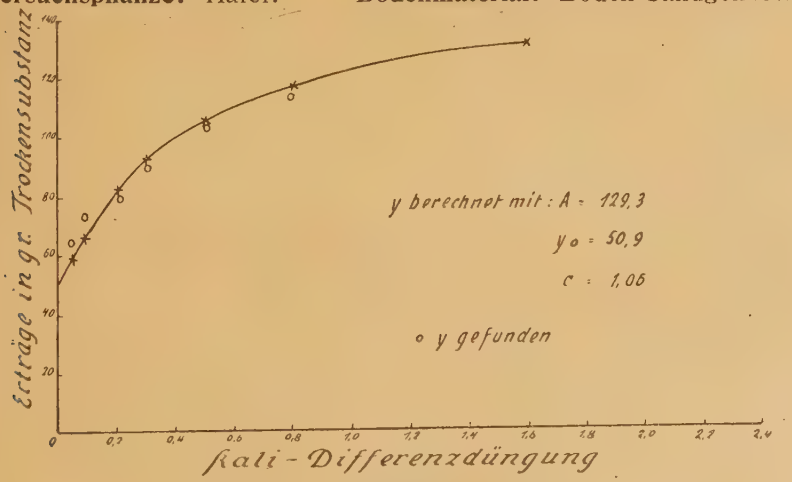

Abb. 9.

Die Einzelerträge sind aus Uebersicht IX am Schluß der Arbeit ersichtlich.

Versuchsreihe X.

Steigende Kaligaben in Form von Kaliumsulfat.

Versuchspflanze: Hafer. Bodenmaterial: 1000 g Boden Scharstorf + 6000 g Sand.

Unter den gleichen Vorbedingungen wie bei den früheren Reihen wurde ein Boden vom Gute Scharstorf in bekannter Weise angesetzt.

Das Gefäß Nr. 1751 wurde bei der Berechnung des Mittelwertes des Ertrages bei 2,4 g K_2O fortgelassen, da es aus unbekannten Gründen zurückgeblieben war.

Der Wirkungsfaktor wurde unter Zugrundelegung folgender Werte berechnet:

$A = 115{,}8$ g, des bei 2,4 g K_2O erzielten Ertrages,
$y_0 = 46{,}4$ g.

Die Formel:
$\log (115{,}8 - y) = \log (115{,}8 - 46{,}4) - c \cdot x$
ergibt folgende Uebersicht:

Uebersicht XIII.

Kaligabe je Gefäß g. K_2O	Mittlere Gesamterträge in Trokkensubstanz g	Wirkungsfaktoren c berechnet	Erträge y berechnet g
0,0	46,4±1,00	—	—
0,05	52,7±1,99	—	52,6
0,1	60,2±2,81	0,96	58,3
0,2	70,0±0,34	0,90	67,1
0,3	76,9±0,58	0,84	76,4
0,5	87,4±0,92	0,78	88,8
0,8	93,9±2,79	0,63	100,5
1,6	111,9±1,36	—	112,4
2,4	115,8±2,48	—	—

Im Mittel: $c = 0{,}82$
$m = \pm 0{,}06$

Wie aus Uebersicht XIII hervorgeht, ist die Konstanz der c-Werte als leidlich zu bezeichnen. Die errechneten Erträge stimmen mit den gefundenen verhältnismäßig gut überein.

Die Berechnung der c-Werte bei den Kaligaben 0,05 und 1,6 g K_2O wurde wiederum aus den bekannten Gründen unterlassen.

Abbildung 10 ergibt eine graphische Darstellung der nach der Mitscherlich'schen Formel errechneten Erträge:

Steigende Kaligaben in Form von Kaliumsulfat.
Versuchspflanze: Hafer. **Bodenmaterial:** Boden-Sandgemisch.

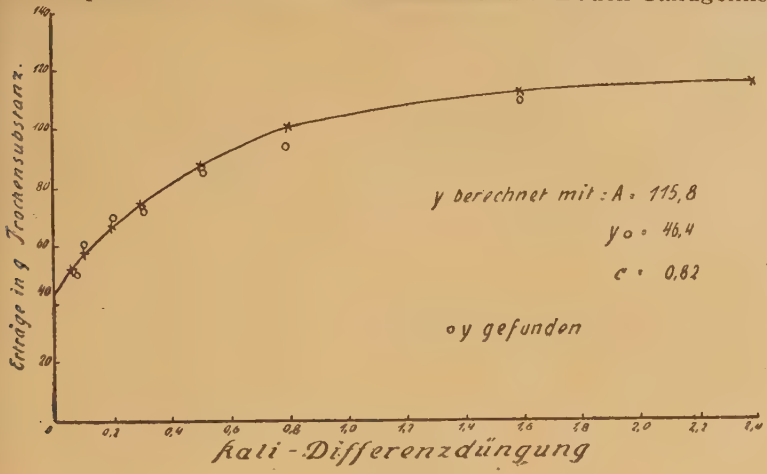

Abb. 10.

Die Einzelerträge sind aus Uebersicht X am Schluß der Arbeit ersichtlich.

Vergleich der Wirkungsfaktoren für Kali auf Grund der gegebenen Kalimengen.

Vergleicht man die Werte der Wirkungsfaktoren für Kali, die H. Wiessmann und K. Naumann[18]), H. Wiessmann und P. Vath[19]) und ich auf Grund meiner Versuche erhalten haben, so ergeben sich folgende Zusammenstellungen:

Uebersicht XIV.

Versuche a. d. Jahren 1927/28 v. H. Wiessmann u. K. Naumann		Versuche a. d. Jahr 1929 v. H. Wiessmann u. P. Vath		Versuche a. d. Jahren 1929/30 von H. J. Bando.	
I. Sand.	1,10±0,058	I. Sand	1,18±0,053	I. Sand. (1929)	1,12±0,03
II. Sand	1,27±0,056	II. Boden-Sand.	1,07±0,070	I. Boden-Sand	0,93±0,06
III. Boden-Sand	1,40±0,036	III. „	0,83+0,051	II. „	1,15±0,22
IV. Sand.	1,35±0,069			III. „	1,05±0,09
				IV. „	1,22±0,12
				V. „	1,06±0,09
				VI. „	0,82±0,06

[18]) K. Naumann: Kritische Betrachtungen der Methoden zur Bestimmung des Nährstoffgehaltes im Boden. Dissert. T. H. Dresden. S. 42, (1930).

[19]) P. Vath: Kritische Untersuchungen über den Verlauf der Ertragskurve bei Kali und Phosphorsäure (erscheint demnächst).

Bei einem Vergleich der Wirkungsfaktoren der Jahre 1927—30 sieht man, daß die Wirkungsfaktoren zwischen 1,40 und 0,82 schwanken. Demnach ist eine Konstanz des Wirkungsfaktors für Kali zum mindesten sehr zweifelhaft, wie auch schon P. Vath zur Ansicht brachte.

Außerdem geht aus den Versuchen 1927—30, wie H. Wiessmann[20]) schon mehrfach angegeben hat, deutlich hervor, daß der Wirkungsfaktor für Kali jedenfalls weit unter dem von E. A. Mitscherlich angegebenen Wert liegt. Nach E. A. Mitscherlich soll bei Anwesenheit von Natriumsalz der Wirkungsfaktor für Kali $c = 2{,}99$ sein.

Versuchsreihe XI.

Untersuchungen über den Verlauf der Ertragskurve

auf Grund der gegebenen Kalimengen bei geringerer Grunddüngung. **Versuchspflanze:** Hafer. **Bodenmaterial:** 1000 g Boden Scharstorf + 6000 g Sand.

Wie bei den Versuchen 1929, wurde auch im Jahre 1930 wieder eine Versuchsreihe angesetzt, die zeigen sollte, welchen Einfluß die veränderte Grunddüngung auf die Erträge hat.

Sie bestand bei dieser Versuchsreihe je Gefäß aus:

0,6 g Stickstoff (N) als Ammoniumnitrat,

0,55 g P_2O_5 in Form von wässeriger Superphosphatlösung,

0,5 g Kochsalz.

Die Versuchsreihe bestand aus denselben Kalidüngungen wie die vorigen Reihen. Die Daten hinsichtlich des Säens und Erntens wie auch die übrigen Vorbedingungen waren ebenfalls dieselben.

Zum Füllen der Gefäße wurde derselbe Boden Scharstorf genommen wie bei Versuchsreihe X, ebenso bestand hinsichtlich der Menge kein Unterschied.

Die Einzelergebnisse sind aus Uebersicht XI am Schluß der Arbeit ersichtlich.

Die Mittelergebnisse sind in Uebersicht XV zusammengestellt.

Für die Berechnung des Wirkungsfaktors wurden folgende Werte eingesetzt:

$A = 65{,}7$ g, der bei 1,6 g K_2O erzielte Ertrag,

$y_0 = 52{,}3$ g.

Das Gefäß Nr. 2058 blieb aus unbekannten Gründen zurück und wurde bei der Berechnung des Mittelwertes fortgelassen.

Der Wirkungsfaktor c wurde berechnet nach der Formel:

$$\log (65{,}7 - y) = \log (65{,}7 - 52{,}3) - c \cdot x$$

[20]) H. Wiessmann: Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen **107**, 275 (1928).

Uebersicht XV.

Kaligabe je Gefäß g. K_2O	Mittlere Gesamterträge in Trokkensubstanz g	Wirkungsfaktoren c berechnet	Erträge y berechnet g
0,0	52,3±1,36	—	—
0,05	53,4±0,65	—	54,0
0,1	56,0±0,67	1,40	55,4
0,2	58,4±1,05	1,32	57,8
0,3	58,9±0,53	0,96	61,7
0,5	60,8±0,52	0,87	62,2
0,8	64,3±1,19	1,23	64.1
1,6	65,7±2,23	—	—
2,4	63,9±1,03	—	—

Im Mittel: c = 1,16
m = ±0,12

Die Konstanz des Wirkungsfaktors läßt zu wünschen übrig.

In folgender Uebersicht XVI seien die Erträge der Versuchsreihen X und XI zusammengestellt, um sie besser vergleichen zu können.

Uebersicht XVI.

Differenzdüngung K_2O g	0,0	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,8	1,6	2,4
Reihe X	46,4	52,7	60,2	70,0	76,9	87,4	93,9	111,9	115,8
Reihe XI	52,3	53,4	56,0	58,4	58,9	60,8	64,3	65,7	64,0

Aus Uebersicht XVI geht hervor, daß die Erträge bei 0,0 und 0,05 g K_2O bei halber Grunddüngung höher liegen als bei der vollen. Bei 0,1 g K_2O sind die Erträge ungefähr gleich, während die anderen Erträge bei voller Grunddüngung bedeutend höher liegen als bei halber.

Ebenso wie schon bei Versuchsreihe II im Jahre 1929 festgestellt ist, hat also auch hier die sogen. volle Grunddüngung bei den kleinen Kaligaben schädigend auf den Ertrag gewirkt. Dasselbe wurde auch schon von P. Vath in seinen Versuchen 1929 gefunden. In Hinsicht darauf soll auch hier wieder geprüft werden, wie die Ertragskurve sich gestaltet, wenn man in die Versuchsreihe X mit voller Grunddüngung die Erträge einsetzt, die bei den niedrigen Kaligaben der halben Grunddüngung erzielt wurden. Zu diesem Zwecke seien für den ohne Kalidüngung erzielten Ertrag der Wert 52,3 und für den Ertrag bei 0,05 g K_2O der Wert 53,4 eingesetzt und der Wirkungsfaktor berechnet.

Uebersicht XVII.

Kaligabe je Gefäß g. K_2O	Erträge y je Gefäß g	Wirkungsfaktoren c berechnet	Erträge y berechnet g
0,0	52,3	—	—
0,05	53,4	—	57,0
0,1	60,2	0,58	61,4
0,2	70,0	0,71	69,2
0,3	76,9	0,71	75,8
0,5	87,4	0,70	86,4
0,8	93,9	0,58	97,3
1,6	111,9	—	110,4
2,4	115,8	—	—

im Mittel: $c = 0{,}67$
$m = \pm 0{,}04$

Wie Uebersicht XVII zeigt, ist die Konstanz des Wirkungsfaktors leidlich gut, aber er liegt niedriger als der der Reihe X mit $c = 0{,}82$.

In Abbildung 11 sind die nach der Mitscherlich'schen Gleichung mit $c = 1{,}16$ berechneten Erträge graphisch dargestellt.

Steigende Kaligaben in Form von Kaliumsulfat bei geringerer Grunddüngung.

Versuchspflanze: Hafer. **Bodenmaterial:** Boden-Sandgemisch.

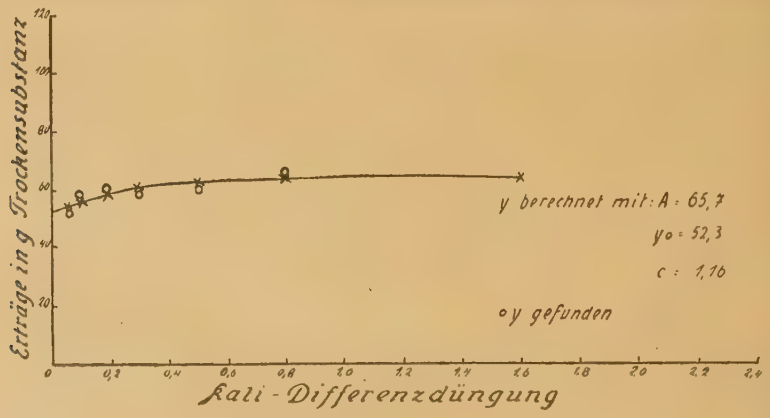

Abb. 11.

Wie bei Versuchsreihe II im Jahre 1929 wurden auch diesmal wieder die Erträge bei voller und halber Grunddüngung in Prozenten vom Höchstertrag berechnet.

Nach E. A. Mitscherlich soll bei gleichem Gehalt an einem Nährstoff prozentual der gleiche Ertrag vom Höchstertrag geerntet werden, wie auch die übrigen Bedingungen sind.

Uebersicht XVIII.

Kaligabe je Gefäß g. K_2O	Ertrag in % vom Höchstertrag bei voller Grunddüngung	bei halber Grunddüngung
0,0	40,07	79,60
0,05	45,51	81,28
0,1	51,99	85,24
0,2	60,45	88,89
0,3	66,41	89,65
0,5	75,48	92,54
0,8	81,09	97,87
1,6	96,63	—

Aus diesen Zahlen ergibt sich ohne weiteres, daß aus dem prozentualen Ertrag nicht auf die vorhandene Nährstoffmenge geschlossen werden kann, wie ja auch schon früher gezeigt wurde. Ganz besonders auffallend ist der Unterschied bei den kleinen Kaligaben. Naturgemäß fällt er weniger bei den höheren Kaligaben auf, je näher man dem Höchstertrag kommt.

Zusammenfassung der Ergebnisse über die Versuche mit Kali.

A. In den Jahren 1929—30 wurden Versuchsreihen mit steigenden Kaligaben angesetzt mit sogen. voller Grunddüngung. Im Jahre 1929 diente als Bodenmaterial Hohenbockaer Glassand, im Jahre 1930 Bodensandgemische. Bei den ersten Versuchen wurde als Pflanzenmaterial Westerwoldisches Raigras, bei den letzteren Hafer genommen. Es wurden folgende Ergebnisse gezeitigt:

1. Die Versuchsreihe des Jahres 1929 wies eine gute Konstanz der c-Werte auf, die Reihen des Jahres 1930 zum Teil eine gute, zum Teil eine recht mäßige oder überhaupt keine.

Wie schon in den Vorjahren von H. Wiessmann und K. Naumann, sowie H. Wiessmann und P. Vath nachgewiesen wurde, ist der Wirkungsfaktor c bei den einzelnen Reihen nicht derselbe. Es ist also die Konstanz des Wirkungsfaktors für Kali zum mindesten stark zu bezweifeln.

2. Wenn man schon einen Wirkungsfaktor für Kali annehmen will, so ergaben die Versuche der Jahre 1927—1930, daß der Wirkungsfaktor für Kali bedeutend niedriger liegt, als ihn E. A. Mitscherlich angibt.

B. In derselben Weise wie die obigen Versuchsreihen wurde im Jahre 1929 und 1930 je eine Versuchsreihe mit halber Grunddüngung angesetzt. Die Versuchsanordnung war im übrigen dieselbe. Es diente als Pflanzenmaterial auch hier 1929 Westerwoldisches Raigras, 1930 Hafer, bei ersterer Glassand, bei letzterer Boden-Sandgemisch.

3. Die Versuchsreihe des Jahres 1929 erbrachte keine Konstanz des Wirkungsfaktors, die des Jahres 1930 eine recht mäßige. Es dürfte also der Verlauf der Ertragskurve im Sinne von E. A. Mitscherlich zweifelhaft sein. Auch dies Ergebnis deckt sich mit dem von P. Vath ermittelten.

4. Es hat sich gezeigt, daß der Wirkungsfaktor bei der halben Grunddüngung jedenfalls höher liegt als bei der vollen, daß also die Ansicht E. A. Mitscherlich's, wonach der Wirkungsfaktor für Kali ein einheitlicher sein soll, sehr in Frage gestellt ist.

5. Es wurden die prozentualen Erträge vom Höchstertrag berechnet, und diese ergaben das Resultat sowohl 1929 bei Gras, als auch 1930 bei Hafer, daß aus dem prozentualen Ertrag auf die vorhandene Nährstoffmenge nicht ohne weiteres geschlossen werden kann, wie E. A. Mitscherlich behauptet.

Untersuchungen über den Verlauf der Ertragskurve auf Grund der gegebenen Phosphorsäuremengen bei Boden-Sandgemischen.

In derselben Weise wie bei den Kalireihen wurden verschiedene Boden-Sandgemische angesetzt, um den Verlauf der Ertragskurve bei Phosphorsäure festzustellen. Das Verhältnis der Boden-Sandmischung war dasselbe wie bei den Kalireihen. Es wurden 1000 g Boden jeweils wieder mit 5000 g Hohenbockaer Glassand vermischt, hierzu die Düngelösungen gegeben und darauf 1000 g Sand als Deckschicht geschüttet. Die einzelnen Versuchsreihen bestanden aus 9 verschieden hohen Phosphorsäuregaben. Die Phosphorsäure wurde wiederum als wässerige Superphosphatlösung gegeben. Die Grunddüngung bestand aus:

1,2 g Stickstoff (N) als Ammoniumnitrat,
1,6 g K_2O als Kaliumsulfat,
0,5 g Kochsalz.

Von jeder Differenzdüngung wurden wieder 4 Parallelgefäße angesetzt. Als Versuchspflanze diente Hafer. Die Daten bezgl. des Säens und Erntens waren dieselben wie bei den Kalireihen. Sämtliche übrigen Versuchsbedingungen waren in derselben Weise gewählt.

Versuchsreihe XII.

Steigende Phosphorsäuregaben in Form von Superphosphat.

Versuchspflanze: Hafer. **Bodenmaterial:** 1000 g Boden Mamerow VII. + 6000 g Sand.

Als Bodenmaterial diente 1000 g Boden Mamerow VII, der in der beschriebenen Weise angesetzt wurde.

Auf Grund der ermittelten Erträge in Trockensubstanz, deren Einzelergebnisse aus Uebersicht XII am Schlusse der Arbeit ersichtlich sind, wurde der Wirkungsfaktor c berechnet. Es wurden hierfür folgende Werte eingesetzt:

$A = 120{,}5$ g, der bei 1,5 g P_2O_5 erzielte Ertrag,
$y_0 = 19{,}0$ g.

Das Gefäß Nr. 1770 war aus unbekannten Gründen zurückgeblieben und wurde gestrichen.

Der Wert c wurde nach folgender Formel berechnet:

$$\log (120{,}5 - y) = \log (120{,}5 - 19{,}0) - c \cdot x$$

Uebersicht IXX.

Phosphorsäuregaben je Gefäß g. P_2O_5	Mittlere Gesamterträge in Trokkensubstanz g	Wirkungsfaktoren c berechnet	Erträge y berechnet
0,0	19,0±0,89	—	—
0,05	30,3±2,28	—	42,9
0,1	51,1±3,31	1,65	61,1
0,15	69,8±2,81	2,01	74,0
0,2	94,8±4,07	2,98	85,8
0,3	104,5±2,48	2,67	100,2
0,45	111,4±1,00	2,33	111,4
1,0	114,8±1,34	—	120,0
1,5	120,5±3,44	—	—

Im Mittel: c = 2,33
m = ±0,25

Uebersicht IXX zeigt, daß die Uebereinstimmung der c-Werte nicht gut ist. Sie schwanken zwischen 1,65 und 2,98 und betragen im Mittel 2,33. Auch die gefundenen Erträge stimmen mit den errechneten zum größten Teil nicht sonderlich überein.

Die Berechnung der Wirkungsfaktoren bei 0,05 und 1,0 g P_2O_5 wurde unterlassen, da sich schon geringste Schwankungen auf den Wirkungsfaktor zu sehr bemerkbar machen.

In Abbildung 12 sind die berechneten Erträge graphisch dargestellt.

Steigende Phosphorsäuregaben in Form von Superphosphat.
Versuchspflanze: Hafer. **Bodenmaterial:** Boden-Sandgemisch.

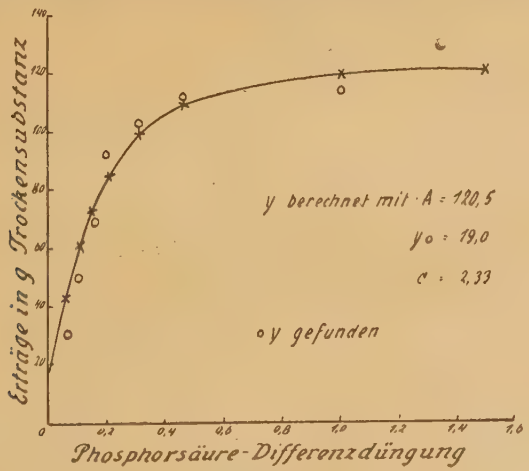

Abb. 12.

Versuchsreihe XIII.

Steigende Phosphorsäuregaben in Form von Superphosphat.

Versuchspflanze: Hafer. **Bodenmaterial:** 1000 g Boden Boldebuck + 6000 g Sand.

Die Versuchsreihe wurde in bekannter Weise mit einem Boden vom Gute Boldebuck angesetzt. Die einzelnen Erträge sind aus Uebersicht XIII am Schluß der Arbeit ersichtlich. Sämtliche Versuchsbedingungen waren sonst dieselben wie bei Reihe XII.

Für die Berechnung des Wirkungsfaktors wurden folgende Werte eingesetzt:

A = 101,3 g, der bei 0,45 g P_2O_5 erzielte Ertrag,

y_0 = 17,0 g.

Es geschah nach der Formel:

$\log (101{,}3 - y) = \log (101{,}3 - 17{,}0) - c \cdot x$

Uebersicht XX.

Phosphorsäuregaben je Gefäß g. P_2O_5	Mittlere Gesamterträge in Trokkensubstanz g	Wirkungsfaktoren c berechnet	Erträge y berechnet g
0,0	17,0±0,34	—	—
0,05	33,3±2,31	—	43,6
0,1	58,3±1,32	2,92	61,8
0,15	72,6±1,54	3,12	74,2
0,2	83,8±2,46	3,41	82,8
0,3	94,7±2,01	3,69	93,0
0,45	101,3±2,75	—	—
1,0	99,9±1,39	—	—
1,5	99,0±2,50	—	—

Im Mittel: c: = 3,29
m = ±0,19

Der Wirkungsfaktor c besitzt, wie Uebersicht XX zeigt, eine leidliche Konstanz.

Abbildung 13 zeigt eine graphische Darstellung der errechneten Erträge.

Steigende Phosphorsäuregaben in Form von Superphosphat.

Versuchspflanze: Hafer. **Bodenmaterial:** Boden-Sandgemisch.

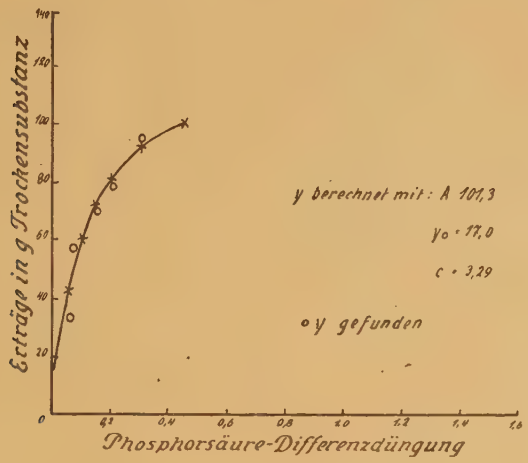

Abb. 13.

Versuchsreihe XIV.

Steigende Phosphorsäuregaben in Form von Superphosphat.

Versuchspflanze: Hafer. **Bodenmaterial:** 1000 g Boden Kluß + 6000 g Sand.

Als Bodenmaterial diente bei dieser Versuchsreihe ein Boden vom Gute Kluß, der in der gleichen Weise wie die vorigen angesetzt wurde. Die einzelnen Erträge sind aus der Uebersicht XIV am Schluß der Arbeit ersichtlich. Im übrigen waren alle sonstigen Bedingungen dieselben wie bei Reihe XII.

Die Gefäße Nr. 1841 und 1849 waren aus unbekannten Gründen zurückgeblieben und wurden bei der Errechnung der Mittelerträge außer acht gelassen.

Für die Berechnung des Wirkungsfaktors wurden folgende Werte eingesetzt:

$A = 107{,}8$ g, der bei 0,45 g P_2O_5 erzielte Ertrag,

$y_0 = 57{,}9$ g.

Die Berechnung erfolgte nach der Gleichung:

$$\log (107{,}8 - y) = \log (107{,}8 - 57{,}9) - c \cdot x$$

Uebersicht XXI.

Phosphorsäure-gaben je Gefäß g. P_2O_5	Mittlere Gesamt-erträge in Trok-kensubstanz g	Wirkungsfaktoren c berechnet	Erträge y berechnet g
0,0	57,9±2,81	—	—
0,05	71,8±0,43	—	74,3
0,1	85,3±1,05	3,46	85,2
0,15	92,0±3,42	3,33	92,7
0,2	96,7±1,36	3,26	97,6
0,3	104,0±1,01	3,73	103,2
0,45	107,8±0,71	—	—
1,0	104,2±2,57	—	—
1,5	99,7±1,32	—	—

Im Mittel: c = 3,45
m = ±0,12

Aus Uebersicht XXI geht hervor, daß die c-Werte eine verhältnismäßig gute Konstanz aufweisen. Auch die errechneten Erträge stimmen mit den gefundenen dementsprechend gut überein.

Die berechneten Erträge sind in Abbildung 14 graphisch dargestellt.

Steigende Phosphorsäuregaben in Form von Superphosphat.
Versuchspflanze: Hafer. **Bodenmaterial:** Boden-Sandgemisch.

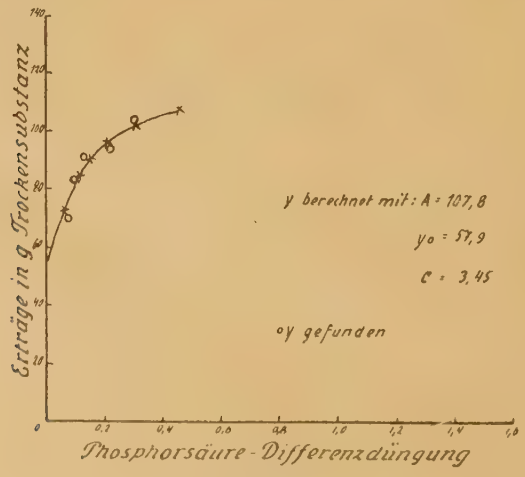

Abb. 14.

Versuchsreihe XV.

Steigende Phosphorsäuregaben in Form von Superphosphat.
Versuchspflanze: Hafer. **Bodenmaterial:** 1000 g Boden: Vogelsang I + 6000 g Sand.

Für diese Versuchsreihe diente als Bodenmaterial ein Boden vom Gute Vogelsang I, der in derselben Weise wie die vorigen angesetzt wurde. Die Einzelerträge sind aus Uebersicht XV am Schluß der Arbeit ersichtlich.

Das Gefäß Nr. 1895 blieb aus unbekannten Gründen zurück und wurde gestrichen. Sämtliche Versuchsbedingungen waren dieselben wie bei Versuchsreihe XII.

Die Berechnung des Wirkungsfaktors geschah unter Zugrundelegung folgender Werte:

A = 102,8 g, des bei 0,45 g P_2O_5 erzielten Ertrages,
y_0 = 16,1 g.

Sie wurde nach folgender Gleichung vorgenommen:

$\log (102{,}8 - y) = \log (102{,}8 - 16{,}1) - c \cdot \hat{x}$

Uebersicht XXII.

Phosphorsäuregaben je Gefäß g. P_2O_5	Mittlere Gesamterträge in Trockensubstanz g	Wirkungsfaktoren c berechnet	Erträge y berechnet g
0,0	16,1±1,18	—	—
0,05	35,6±1,21	—	41,3
0,1	54,2±0,65	2,51	59,1
0,15	72,6±2,44	3,05	72,5
0,2	81,9±1,54	3,09	80,0
0,3	93,8±1,03	3,28	91,7
0,45	102,8±3,12	—	—
1,0	99,7±1,94	—	—
1,5	96,7±1,89	—	—

Im Mittel: c = 2,98
m = ±0,17

Abgesehen von einem Wert zeigt Uebersicht XXII eine ziemlich gute Konstanz des Wirkungsfaktors. Auch die errechneten Erträge stimmen außer in einem Fall leidlich gut mit den gefundenen überein. Die Berechnung des Wirkungsfaktors bei 0,05 g P_2O_5 wurde wiederum aus dem bekannten Grunde unterlassen.

In Abbildung 15 sind die berechneten Erträge graphisch dargestellt.

Steigende Phosphorsäuregaben in Form von Superphosphat.
Versuchspflanze: Hafer. **Bodenmaterial:** Boden-Sandgemisch.

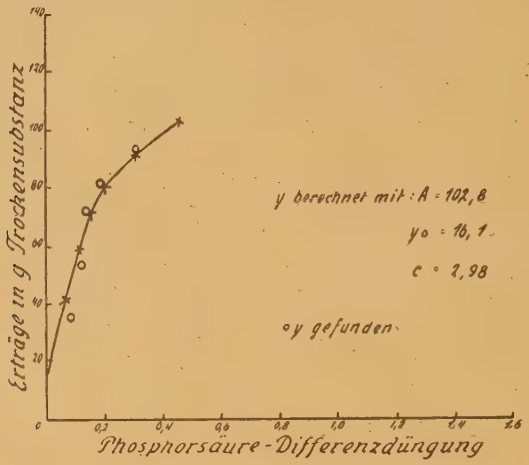

Abb. 15.

Versuchsreihe XVI.

Steigende Phosphorsäuregaben in Form von Superphosphat.
Versuchspflanze: Hafer. **Bodenmaterial:** 1000 g Boden: Vogelsang VII (Wald) + 6000 g Sand.

Diese Versuchsreihe wurde in derselben Weise wie die vorigen mit dem Boden Vogelsang VII (Wald) angesetzt. Die Einzelergebnisse der Erträge sind aus Uebersicht XVI am Schluß der Arbeit ersichtlich.

Die Gefäße Nr. 1906, 1914 und 1931 fielen aus dem Rahmen ihrer übrigen Parallelen heraus und wurden bei der Berechnung der Mittelerträge fortgelassen. Sämtliche Versuchsbedingungen waren im übrigen dieselben wie früher.

Die Berechnung der Wirkungsfaktoren erfolgte unter Zugrundelegung folgender Werte:

A = 101,4 g, des bei 0,45 g P_2O_5 erzielten Ertrages,

y_0 = 16,8 g.

Sie wurde nach folgender Gleichung vorgenommen:

$\log (101{,}4 - y) = \log (101{,}4 - 16{,}8) - c. x$

Uebersicht XXIII.

Phosphorsäure-gaben je Gefäß g. P_2O_5	Mittlere Gesamt-erträge in Trok-kensubstanz g	Wirkungsfaktoren c berechnet	Erträge y berechnet g
0,0	16,8±0,81	—	—
0,05	33,4±2,23	—	47,2
0,1	57,9±2,74	2,89	66,7
0,15	76,8±1,21	3,58	79,2
0,2	87,3±1,62	3,89	87,2
0,3	98,9±1,97	5,10	95,6
0,45	101,4±1,38	—	—
1,0	101,1±1,86	—	—
1,5	102,6±2,09	—	—

Im Mittel: c = 3,87
m = ±0,46

Für A wurde der Wert bei 0,45 g P_2O_5 eingesetzt, trotzdem der Wert bei 1,5 g P_2O_5 etwas höher liegt. Es scheint dies aber zufälliger Natur zu sein, wie ja auch aus dem mittleren Werte bei 1,0 g P_2O_5 hervorgeht.

Der Wirkungsfaktor c weist, wie Uebersicht XXIII zeigt, keine Konstanz auf. Er schwankt zwischen c = 2.89 und 5,10. In Anbetracht dessen stimmen auch die mit dem Mittelwert, c = 3,87 berechneten Erträge nur mäßig mit den gefundenen überein. Die Berechnung des Wirkungsfaktors bei 0,05 g P_2O_5 wurde wiederum unterlassen.

Abbildung 16 gibt eine graphische Darstellung der berechneten Erträge.

Steigende Phosphorsäuregaben in Form von Superphosphat.
Versuchspflanze: Hafer. **Bodenmaterial:** Boden-Sandgemisch.

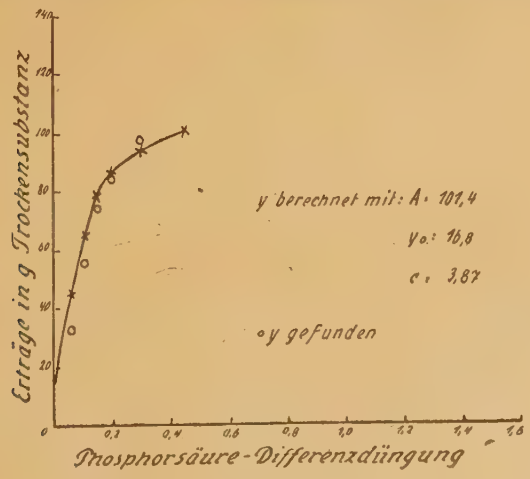

Abb. 16.

Versuchsreihe XVII.

Steigende Phosphorsäuregaben in Form von Superphosphat.

Versuchspflanze: Hafer. **Bodenmaterial:** 1000 g Boden: Vogelsang VII (Garten) + 6000 g Sand.

Als Bodenmaterial diente für diese Versuchsreihe ein Boden vom Gute Vogelsang VII (Garten). Die Versuchsbedingungen waren dieselben wie in den vorigen Reihen. Die Einzelergebnisse der Erträge sind aus Uebersicht XVII am Schluß der Arbeit ersichtlich.

Die Berechnung des Wirkungsfaktors geschah unter Zugrundelegung folgender Werte:

A = 104,4 g, des bei 0,45 g P_2O_5 erzielten Ertrages,

y_0 = 10,7 g.

Sie wurde vorgenommen nach der Gleichung:

$\log (104{,}4 - y) = \log (104{,}4 - 10{,}7) - c \cdot x$

Uebersicht XXIV

Phosphorsäuregaben je Gefäß g. P_2O_5	Mittlere Gesamterträge in Trokkensubstanz g	Wirkungsfaktoren c berechnet	Erträge y berechnet g
0,0	10,7±0,56	—	—
0,05	25,4±0,92	—	35,3
0,1	46,4±3,67	2,08	53,4
0,15	62,9±2,86	2,36	66,7
0,2	80,7±2,24	2,98	76,6
0,3	93,8±1,27	3,15	89,3
0,45	104,4±1,34	—	—
1,0	99,5±3,08	—	—
1,5	99,8±3,08	—	—

Im Mittel: c = 2,64
m = ±0,21

Uebersicht XXIV zeigt, daß der Wirkungsfaktor auch in dieser Versuchsreihe keine sonderliche Konstanz aufweist. Er schwankt zwischen c = 2,08 und 3,15. Auch die berechneten Erträge stimmen nicht besonders mit den gefundenen überein. Die Berechnung des Wirkungsfaktors bei 0,05 g P_2O_5 unterblieb wieder aus dem bekannten Grunde.

Aus Abbildung 17 ist eine graphische Darstellung der berechneneten Erträge ersichtlich.

Steigende Phosphorsäuregaben in Form von Superphosphat.
Versuchspflanze: Hafer. **Bodenmaterial:** Boden-Sandgemisch.

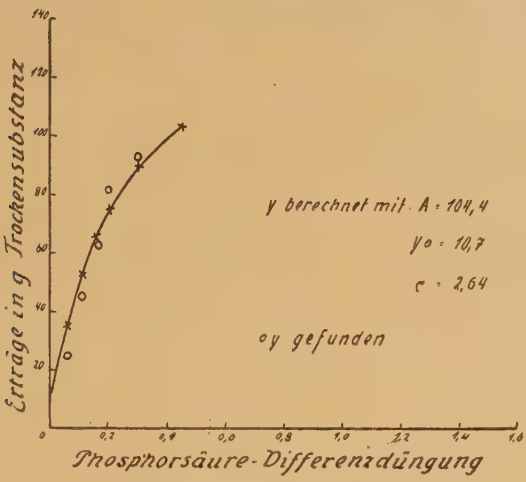

Abb. 17.

Versuchsreihe XVIII.

Steigende Phosphorsäuregaben in Form von Superphosphat.
Versuchspflanze: Hafer. **Bodenmaterial:** 1000 g Boden: Luisenhof + 6000 g Sand.

Für diese Versuchsreihe diente als Bodenmaterial ein Boden vom Gute Luisenhof. Sämtliche Versuchsbedingungen waren wieder dieselben wie bei den vorigen Reihen. Die Einzelergebnisse sind aus Uebersicht XVIII am Schluß der Arbeit ersichtlich.

Das Gefäß Nr. 1984 wurde gestrichen, da es aus dem Rahmen der übrigen Parallelen ausfiel.

Die Berechnung des Wirkungsfaktors erfolgte unter Zugrundelegung folgender Werte:

A = 109,4 g, des bei 1,0 g P_2O_5 erzielten Ertrages, y_o = 16,7 g.

Sie wurde nach folgender Formel ausgeführt:

$\log (109{,}4 - y) = \log (109{,}4 - 16{,}7) - c \cdot x$

Uebersicht XXV.

Phosphorsäuregaben je Gefäß g. P_2O_5	Mittlere Gesamterträge in Trokkensubstanz g	Wirkungsfaktoren c berechnet	Erträge y berechnet g
0,0	16,7±0,58	—	—
0,05	33,0±1,10	—	41,9
0,1	53,0±2,93	2,16	60,2
0,15	65,7±1,80	2,18	73,5
0,2	84,3±2,20	2,84	83,3
0,3	97,8±3,42	3,01	95,5
0,45	107,1±1,92	3,57	104,0
1,0	109,4±2,05	—	—
1,5	104,3±3,91	—	—

Im Mittel: c = 2,75
m = ±0,29

Auch bei dieser Versuchsreihe ergibt sich keine Konstanz der Wirkungsfaktors, wie Uebersicht XXV zeigt. Er schwankt zwischen c = 2,16 und 3,57. Die Berechnung des Wirkungsfaktors bei 0,05 g P_2O_5 unterblieb wieder aus dem bekannten Grunde.

Aus Abbildung 18 ist eine graphische Darstellung der berechneten Erträge ersichtlich.

Steigende Phosphorsäuregaben in Form von Superphosphat.
Versuchspflanze: Hafer. **Bodenmaterial:** Boden-Sandgemisch.

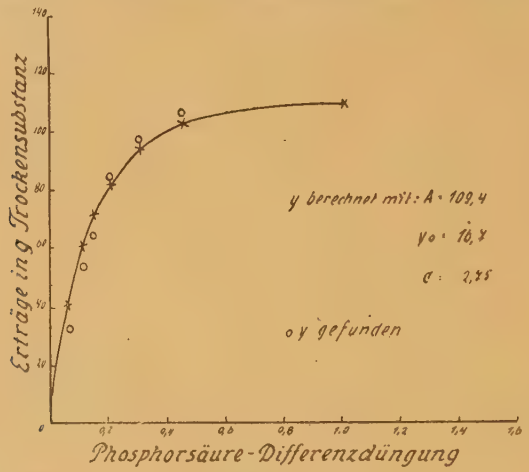

Abb. 18.

Vergleich der Wirkungsfaktoren für Phosphorsäure auf Grund der gegebenen Phosphorsäuremengen.

Die aus der Versuchsreihe III im Jahre 1929, sowie die aus den Versuchsreihen XII—XVIII des Jahres 1930 gefundenen Wirkungsfaktoren hatten folgenden Mittelwert:

Versuchsreihe	III (1929)	Sand	3,77
„	XII (1930)	Boden-Sand	2,33
„	XIII („)	„ „	3,29
„	XIV („)	„ „	3,45
„	XV („)	„ „	2,98
„	XVI („)	„ „	3,87
„	XVII („)	„ „	2,64
„	XVIII („)	„ „	2,75

Zum Vergleich seien die Wirkungsfaktoren, die H. Wiessmann und K. Naumann[21]) sowie H. Wiessmann und P. Vath[22]) in den Vorjahren für Phosphorsäure ermittelten, ebenfalls angeführt.

[21]) K. Naumann: Kritische Betrachtungen der Methoden zur Bestimmung des Nährstoffgehaltes im Boden. Dissert. T. H. Dresden. S. 62. (1930).

[22]) P. Vath: Kritische Untersuchungen über den Verlauf der Ertragskurve bei Kali und Phosphorsäure. (erscheint demnächst).

K. Naumann.			P. Vath.		
1926	Sand	2,12	1929	Sand	3,02
1927	„	2,39	„	Boden-Sand	3,70
1928	„	2,95	„	„ „	2,29
„	„	2,56			
„	Boden-Sand	2,52			

Die auf Grund der zahlreichen Versuchsreihen für Phosphorsäure gefundenen Wirkungsfaktoren stimmen schlecht überein.

Versuchsreihe XIV.

Steigende Phosphorsäuregaben in Form von Superphosphat bei veränderter Grunddüngung.

Versuchspflanze: Hafer. **Bodenmaterial:** 1000 g Boden Luisenhof + 6000 g Sand.

Um den Einfluß einer geringeren Grunddüngung auf den Ertrag festzustellen, wurde eine Versuchsreihe in diesem Sinne angesetzt. Als Bodenmaterial diente derselbe Boden Luisenhof, wie bei Versuchsreihe XVIII. Die Versuchsbedingungen waren ebenfalls dieselben wie bei dieser Versuchsreihe.

Die Grunddüngung bestand aus:

0,6 g Stickstoff (N) als Ammoniumnitrat,
0,8 g K_2O als Kaliumsulfat,
0,5 g Kochsalz.

Die Einzelerträge sind aus Uebersicht XIX am Schluß der Arbeit ersichtlich.

Das Gefäß Nr. 2023 fiel aus dem Rahmen seiner übrigen Parallelen heraus, wofür Gründe nicht angegeben werden können und blieb bei der Berechnung der Mittelwerte der Erträge unberücksichtigt.

Auf Grund der gefundenen Erträge wurde der Wirkungsfaktor c berechnet, und folgende Werte in die Mitscherlich'sche Gleichung eingesetzt:

$A = 79{,}7$ g, der bei 0,15 g P_2O_5 erzielte Ertrag,
$y_0 = 22{,}0$ g.

Die Gleichung lautet demnach:

$\log (79{,}7 - y) = \log (79{,}7 - 22{,}0) - c \cdot x$

Uebersicht XXVI.

Phosphorsäuregaben je Gefäß g. P_2O_5	Mittlere Gesamterträge in Trockensubstanz g	Wirkungsfaktoren c berechnet	Erträge y berechnet g
0,0	22,0±0,81	—	—
0,05	44,6±1,45	4,32	47,5
0,1	64,6±1,38	5,83	61,7
0,15	79,7±1,21	—	—
0,2	78,8±2,63	—	—
0,3	79,1±1,67	—	—
0,45	79,5±2,24	—	—
1,0	78,8±0,62	—	—
1,5	73,0±1,99	—	—

Im Mittel: $c = 5{,}07$
$m = \pm 0{,}94$

Um die Erträge der Versuchsreihe XVIII mit denen dieser Reihe besser vergleichen zu können, seien die Erträge in nachfolgender Uebersicht nochmals zusammengestellt:

Uebersicht XXVII.

Differenzdüngung g P_2O_5	0,0	0,5	0,1	0,15	0,2	0,3	0,45	1,0	1,5
Reihe XVIII	16,7	33,0	53,0	65,7	84,3	97,8	107,1	109,4	104,3
Reihe XIX	22,0	44,6	64,6	79,7	78,8	79,1	79,5	78,8	73,0

Wie Uebersicht XXVI zeigt, ist der Höchstertrag bei der verringerten Grunddüngung schon sehr schnell und zwar bei 0,15 g P_2O_5 erreicht. Die Uebereinstimmung der beiden Wirkungsfaktoren ist als schlecht zu bezeichnen, jedoch ergeben die Werte kein genaues Bild, da der c-Wert bei 0,05 g P_2O_5 sowieso großen Schwankungen ausgesetzt ist. Wie schon aus den vorjährigen Versuchen hervorgegangen ist, liegt der Wirkungsfaktor bei geringerer Grunddüngung jedenfalls bedeutend höher als bei der sogen. vollen Grunddüngung. Also dürfte die Konstanz des Wirkungsfaktors unter verschiedenen Bedingungen im Sinne von E. A. Mitscherlich weiterhin sehr zweifelhaft sein.

Aus Uebersicht XXVII ist ersichtlich, daß die höhere Grunddüngung auch hier wie bei den entsprechenden Kalireihen bei den Erträgen bis 0,15 g P_2O_5 einschließlich schädigend gewirkt hat.

Steigende Phosphorsäuregaben in Form von Superphosphat bei geringerer Grunddüngung.

Versuchspflanze: Hafer. **Bodenmaterial:** Boden-Sandgemisch.

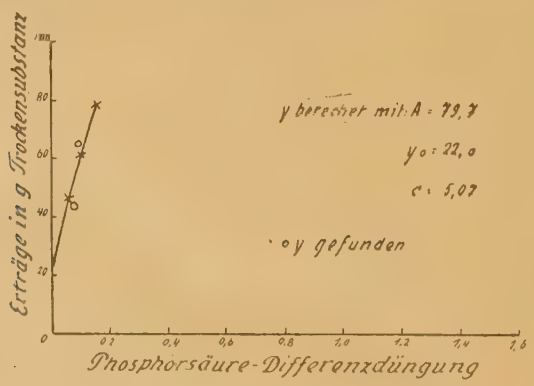

Abb. 19.

Aus Abbildung 19 sind die errechneten Erträge in graphischer Darstellung ersichtlich.

Wie schon bei den vorjährigen Versuchen mit Phosphorsäure, wurde auch bei den Versuchsreihen XVIII und XIX berechnet, wieviel die bei den einzelnen P_2O_5-Gaben erhaltenen Erträge in Prozenten des jeweils erzielten Höchstertrages betragen.

Uebersicht XXVIII.

Phosphorsäuregabe je Gefäß g. P_2O_5	Ertrag in % vom Höchstertrag bei voller Grunddüngung	bei halber Grunddüngung
0,0	15,27	27,60
0,05	30,16	55,96
0,1	48,45	81,05
0,15	60,06	—
0,2	77,06	—
0,3	89,40	—
0,45	97,90	—
1,0	—	—
1,5	—	—

Die Zahlen der Uebersicht XXVIII zeigen deutlich, daß die gleichen P_2O_5-Gaben bei geringerer Grunddüngung prozentual höhere Erträge hervorbrachten als bei höherer Grunddüngung, was im Widerspruch zum Mitscherlich'schen Gesetz steht.

Zusammenfassung der Ergebnisse über die Versuche mit Phosphorsäure.

A. Im Jahre 1929 wurde eine Versuchsreihe, 1930 sieben Reihen Gefäßversuche mit steigenden Phosphorsäuregaben angesetzt. Als Grunddüngung wurde die übliche sogen. volle Grunddüngung gegeben. Als Versuchspflanze dienten 1929 Westerwoldisches Raigras, 1930 Hafer. Das Bodenmaterial bestand 1929 aus Hohenbokkaer Glassand, 1930 aus Boden-Sandgemischen. Es wurden folgende Ergebnisse erzielt:

1. Die in beiden Jahren angestellten Versuche ergaben eine Inkonstanz des Wirkungsfaktors. Demgemäß muß der logarithmische Verlauf der Ertragskurve im Sinne von E. A. Mitscherlich bezweifelt werden.

2. Der Einwand, daß eine Festlegung der Phosphorsäure durch das in den Versuchen vom Jahre 1929 zugegebene Eisensulfat erfolgt sein könne, und hierdurch die Konstanz des Wirkungsfaktors gelitten habe, kann als hinfällig betrachtet werden, da bei meinen Versuchen im Jahre 1930 kein Eisensulfat zugegeben wurde.

3. Die Höhe der Gleichungskonstante c wird von E. A. Mitscherlich für Phosphorsäure mit 1,95 angegeben. Obgleich nun die hier gefundenen Werte keine Konstanz aufweisen, kann man doch abschließend sagen, daß sie jedenfalls bedeutend höher liegen, als von E. A. Mitscherlich behauptet wird. Wie auch schon P. Vath im Vorjahre ermittelte, dürfte die Wirksamkeit der Phos-

phorsäure auf die Pflanzen bedeutend größer sein, als E. A. Mitscherlich angibt, wie in vorliegenden Versuchen auch die logarithmische Kurve für die Erträge in Frage gestellt ist.

B. In beiden Jahren wurden ebenfalls wie bei den Kalireihen Versuche mit geringerer Grunddüngung und steigenden Phosphorsäuregaben angesetzt. Im Jahre 1929 diente wieder als Versuchspflanze Westerwoldisches Raigras, 1930 Hafer. Als Bodenmaterial wurden im ersten Fall Hohenbockaer Glassand, im letzteren wieder Boden-Sandgemische genommen. Die Ergebnisse sind folgende:

4. Ebenso wie bei den Versuchen mit voller Grunddüngung erbrachten auch die Versuche mit geringerer Grunddüngung keine Konstanz des Wirkungsfaktors. Auch diese Ergebnisse decken sich mit den im Vorjahre von P. Vath gefundenen.

5. Bei Berechnung der bei gleichen P_2O_5-Gaben erzielten Erträge in Prozenten des jeweiligen Höchstertrages hat sich erwiesen, daß die gleichen P_2O_5-Gaben bei geringerer Grunddüngung prozentual höhere Erträge hervorbrachten als bei voller Grunddüngung, was im Widerspruch zum Mitscherlich'schen Gesetz steht.

Dem Direktor der Landwirtschaftlichen Versuchsstation zu Rostock, Herrn Prof. Dr. Honcamp, danke ich auch an dieser Stelle nochmals, daß er es mir ermöglichte, diese Arbeit in seinem Institut anzufertigen.

Herrn Prof. Dr. Wiessmann danke ich dafür, daß ich unter seiner Anleitung und mit seiner Unterstützung die Arbeit fertigstellen konnte.

Mein ganz besonderer Dank gilt noch Herrn Privatdozent Dr. Wöhlbier-Rostock, der mir stets in liebenswürdiger Weise mit seinem Rat zur Seite stand.

Anhang.

Uebersicht I.

Steigende Kaligaben in Form von Kaliumsulfat.

Versuchspflanze: Westerwoldisches Raigras. Bodenmaterial: 7160 g Hohenbockaer Glassand.

Gefäß Nr.	Differenzdüngung K_2O g	Einzelerträge in g Trockensubstanz	Mittelerträge in g Trockensubstanz
1760		2,5	
1761	0,0	3,0	3,0
1762		3,3	±0,15
1763		3,0	
1768		20,5	
1769	0,1	—	20,0
1770		18,8	±0,71
1771		20,7	
1772		32,0	
1773	0,2	32,5	31,9
1774		31,2	±0,27
1775		32,0	
1776		45,5	
1777	0,3	43,0	42,4
1778		39,5	±1,36
1779		41,5	
1780		54,5	
1781	0,5	56,0	55,4
1782		51,7	±1,68
1783		59,5	
1784		64,0	
1785	0,75	60,3	63,1
1786		62,0	±1,43
1787		66,2	
1788		70,0	
1789	1,5	70,6	69,5
1790		68,3	±0,60
1791		69,0	
1792		75,5	
1793	2,25	71,5	72,3
1794		73,5	±1,63
1795		68,5	
1796		73,5	
1797	3,0	75,1	72,9
1798		70,0	±1,05
1799		73,0	

Uebersicht II.

Steigende Kaligaben in Form von Kaliumsulfat bei veränderter Grunddüngung.

Versuchspflanze: Westerwoldisches Raigras. Bodenmaterial: 7160 g Hohenbockaer Glassand.

Gefäß Nr.	Differenzdüngung K_2O g	Einzelerträge in g Trockensubstanz	Mittelerträge in g Trockensubstanz
1848		7,5	
1849	0,0	6,0	6,7
1850		8,0	±0,78
1851		5,2	
1856		22,0	
1857	0,1	22,0	22,6
1858		22,5	±0,49
1859		24,0	
1860		33,8	
1861	0,2	31,5	32,2
1862		33,4	±0,96
1863		30,0	
1864		34,5	
1865	0,3	36,0	35,8
1866		36,5	±0,43
1867		36,0	
1868		41,0	
1869	0,5	41,5	40,5
1870		37,5	±1,05
1871		41,8	
1872		42,5	
1873	0,75	45,0	43,8
1874		44,0	±0,53
1875		43,6	
1876		48,8	
1877	1,5	51,5	49,5
1878		50,5	±1,12
1879		47,0	
1880		44,8	
1881	2,25	48,0	48,2
1882		50,0	±1,30
1883		50,0	
1884		50,4	
1885	3,0	45,0	48,1
1886		45,5	±2,06
1887		51,5	

Uebersicht III.

Steigende Phosphorsäuregaben in Form von Superphosphat.

Versuchspflanze: Westerwoldisches Raigras. Bodenmaterial: 7160 g Hohenbockaer Glassand.

Gefäß Nr.	Differenzdüngung P_2O_5 g	Einzelerträge in g Trockensubstanz	Mittelerträge in g Trockensubstanz.
1804		1.3	
1805	0,0	2,1	1,8
1806		2,0	±0,24
1807		1,7	
1812		32,5	
1813	0,1	34,5	35,4
1814		35,7	±1,38
1815		38,9	
1816		46,5	
1817	0,15	55,0	51,9
1818		54,0	±1,94
1819		52,0	
1820		61,7	
1821	0,2	62,5	62,8
1822		62,2	±0,72
1823		64,8	
1824		75,0	
1825	0,3	72,3	74,0
1826		76,5	±1,30
1827		72,0	
1828		78,0	
1829	0,45	73,5	75,8
1830		75,0	±1,20
1831		76,5	
1832		67,0	
1833	1,1	65,5	67,8
1834		66,7	±1,43
1835		71,5	
1836		66,5	
1837	1,65	67,0	68,5
1838		67,0	±0,18
1839		73,5	
1840		63,5	
1841	2,2	67,8	67,1
1842		67,8	±1,36
1843		69,3	
1844		65,5	
1845	3,3	65,0	66,9
1846		71,5	±1,36
1847		65,5	

Uebersicht IV.

Steigende Phosphorsäuregaben in Form von Superphosphat bei veränderter Grunddüngung.

Versuchspflanze: Westerwoldisches Raigras. Bodenmaterial: 7160 g Hohenbockaer Glassand

Gefäß Nr.	Differenzdüngung P_2O_5 g	Einzelerträge in g Trockensubstanz	Mittelerträge in g Trockensubstanz.
1888		2,0	
1889	0,0	2,1	1,9
1890		1,9	±0,13
1891		1,5	
1896		38,0	
1897	0,1	38,0	36,8
1898		33,5	±1,16
1899		37,5	
1900		39,2	
1901	0,15	41,8	41,8
1902		42,2	±0,91
1903		43,8	
1904		46,5	
1905	0,2	45,5	48,0
1906		48,8	±1,41
1907		51,0	
1908		48,5	
1909	0,3	46,4	46,7
1910		45,5	±0,63
1911		46,5	
1912		45,5	
1913	0,45	45,5	45,7
1914		44,7	±0,49
1915		47,0	
1916		42,5	
1917	1,1	42,5	42,5
1918		42,3	±0,11
1919		42,8	
1920		40,3	
1921	1,65	38,8	39,8
1922		39,0	±0,63
1923		41,0	
1924		42,8	
1925	2,2	38,8	39,2
1926		37,5	±1,34
1927		37,5	

Uebersicht V.

Steigende Kaligaben in Form von Kaliumsulfat.

Versuchspflanze: Hafer. Bodenmaterial: 1000 g Boden Vietgest + 6000 g Sand

Gefäß Nr.	Differenzdüngung K_2O g	Einzelerträge in g Trockensubstanz Stroh/Korn/Gesamt			Mittelerträge in g Trockensubstanz Stroh/Korn/Gesamt		
1501		34,0	24,0	58,0			
1502	0,0	29,2	18,5	47,7	31,9	19,6	51,5
1503		34,0	18,0	52,0			±2,68
1504		30,5	18,0	48,5			
1505		35,0	22,4	57,4			
1506	0,05	33,5	19,5	53,0	34,9	21,7	56,6
1507		31,5	19,5	51,0			±3,40
1508		39,5	25,5	65,0			
1509		38,0	26,8	64,8			
1510	0,1	38,8	26,0	64,8	38,9	24,3	63,2
1511		38,5	19,5	58,0			±1,88
1512		40,2	25,0	65,2			
1513		48,5	32,5	81,0			
1514	0,2	45,2	29,0	74,2	47,2	31,1	78,3
1515		48,0	32,0	80,0			±1,59
1516		47,0	31,0	78,0			
1517		49,0	31,0	80,0			
1518	0,3	50,5	30,5	81,0	50,1	32,4	82,5
1519		52,5	35,0	87,5			±1,81
1520		48,5	33,0	81,5			
1521		54,0	33,8	87,8			
1522	0,5	58,5	38,0	96,5	56,1	36,5	92,6
1523		55,0	38,8	93,8			±1,81
1524		57,0	35,5	92,5			
1525		57,2	38,5	95,7			
1526	0,8	63,0	43,5	106,5	60,0	42,0	102,0
1527		60,0	43,0	103,0			±2,23
1528		59,5	43,0	102,5			
1529		65,0	40,0	105,0			
1530	1,6	64,5	42,5	107,0	65,6	46,0	111,6
1531		66,2	50,3	116,5			±4,07
1532		66,8	51,2	118,0			
1533		70,5	42,0	112,5			
1534	2,4	76,5	46,5	123,0	71,1	45,4	116,5
1535		68,5	49,5	118,0			±2,90
1536		69,0	43,5	112,5			

Uebersicht VI.

Steigende Kaligaben in Form von Kaliumsulfat.

Versuchspflanze: Hafer. Bodenmaterial: 1000 g Boden Großenhof + 6000 g Sand.

Gefäß Nr.	Differenzdüngung K_2O g	Einzelerträge in g Trockensubstanz Stroh/Korn/Gesamt			Mittelerträge in g Trockensubstanz Stroh/Korn/Gesamt		
1537		35,0	24,2	59,2			
1538	0,0	35,0	25,2	60,2	34,5	22,1	56,6
1539		32,0	20,0	52,0			±2,24
1540		36,0	19,0	55,0			
1541		42,0	30,0	72,0			
1542	0,05	38,0	26,5	64,5	39,5	26,2	65,7
1543		40,0	24,2	64,2			±2,30
1544		38,0	24,0	62,0			
1545		43,0	32,8	75,8			
1546	0,1	45,5	34,7	80,2	43,2	33,2	76,4
1547		—	—	—			±2,24
1548		41,2	32,0	73,2			
1549		47,5	34,5	82,0			
1550	0,2	51,0	38,0	89,0	47,4	32,6	80,0
1551		46,0	28,0	74,0			±3,98
1552		45,0	30,0	75,0			
1553		45,0	31,5	76,5			
1554	0,3	57,0	31,5	88,5	52,4	30,5	82,9
1555		55,5	28,5	84,0			±2,53
1556		52,0	30,5	82,5			
1557		56,0	31,5	87,5			
1558	0,5	—	—	—	57,3	35,0	92,3
1559		60,5	38,0	98,5			±3,63
1560		55,5	35,5	91,0			
1561		54,0	46,5	100,5			
1562	0,8	56,5	38,5	95,0	56,8	39,9	96,7
1563		59,8	38,0	97,8			±1,77
1564		57,0	36,5	93,5			
1565		62,0	42,0	104,0			
1566	1,6	64,0	43,0	107,0	64,4	42,5	106,9
1567		67,5	43,0	110,5			±1,54
1568		64,0	41,0	105,0			
1569		63,0	41,0	104,0			
1570	2,4	72,0	40,0	112,0	69,0	42,2	111,2
1571		72,0	43,7	115,7			±2,59
1572		69,0	44,0	113,0			

Uebersicht VII.

Steigende Kaligaben in Form von Kaliumsulfat.

Versuchspflanze: Hafer. Bodenmaterial: 1000 g Boden Hageboek + 6000 g Sand.

Gefäß Nr.	Differenzdüngung K_2O g	Einzelerträge in g Trockensubstanz Stroh/Korn/Gesamt			Mittelerträge in g Trockensubstanz Stroh/Korn/Gesamt		
1609		28,5	8,5	37,0			
1610	0,0	27,0	9,7	36,7	27,8	10,4	38,2
1611		26,0	11,5	37,5			±1,20
1612		29,5	11,9	41,4			
1613		33,5	12,0	45,5			
1614	0,05	36,5	19,5	56,0	34,4	16,6	51,0
1615		35,0	21,5	56,5			±3,77
1616		32,7	13,5	46,2			
1617		36,0	18,0	54,0			
1618	0,1	41,0	19,0	60,0	37,5	19,2	56,7
1619		36,5	19,5	56,0			±1,34
1620		36,5	19,5	56,0			
1621		42,0	25,9	67,9			
1622	0,2	46,5	26,5	73,0	44,0	25,1	69,1
1623		43,0	23,0	66,0			±1,74
1624		44,5	25,0	69,5			
1625		48,5	25,8	74,3			
1626	0,3	47,0	32,5	79,5	47,1	29,2	76,3
1627		47,5	31,5	79,0			±2,12
1628		45,5	27,0	72,5			
1629		55,5	31,8	87,3			
1630	0,5	56,5	35,7	92,2	53,2	32,2	85,4
1631		—	—	—			±4,25
1632		50,7	29,0	79,7			
1633		57,7	35,0	92,7			
1634	0,8	59,7	40,5	100,2	59,4	36,4	95,8
1635		59,5	35,0	94,5			±1,65
1636		60,5	35,0	95,5			
1637		65,4	38,0	103,4			
1638	1,6	61,0	45,4	106,4	62,7	40,8	103,5
1639		66,2	39,0	105,2			±1,39
1640		—	—	—			
1641		68,4	39,0	107,4			
1642	2,4	66,5	47,0	113,5	70,1	41,8	11,9
1643		74,0	42,0	116,0			±2,12
1644		71,4	39,0	110,4			

Uebersicht VIII.

Steigende Kaligaben in Form von Kaliumsulfat.

Versuchspflanze: Hafer. Bodenmaterial: 1000 g Boden Bellin + 6000 g Sand.

Gefäß Nr.	Differenzdüngung K_2O g	Einzelerträge in g Trockensubstanz Stroh/Korn/Gesamt			Mittelerträge in g Trockensubstanz Stroh/Korn/Gesamt		
1645		26,5	14,5	41,0			
1646	0,0	28,3	12,0	40,3	27,6	12,2	39,8
1647		26,5	8,8	35,3			±1,63
1648		29,0	13,5	42,5			
1649		36,0	21,0	57,0			
1650	0,05	39,0	20,4	59,4	36,3	20,2	56,5
1651		34,5	16,7	51,2			±1,85
1652		35,5	22,5	58,0			
1653		33,5	19,0	52,5			
1654	0,1	38,5	22,0	60,5	36,9	21,1	58,0
1655		39,0	18,0	57,0			±1,93
1656		36,5	23,2	59,7			
1657		49,5	31,8	81,3			
1658	0,2	44,0	21,0	65,0	45,8	26,2	72,0
1659		41,8	21,0	62,8			±3,30
1660		48,0	31,0	79,0			
1661		49,0	31,0	80,0			
1662	0,3	45,0	27,0	72,0	46,2	29,2	75,4
1663		47,0	26,0	73,0			±2,14
1664		44,0	32,8	76,8			
1665		57,0	37,0	94,0			
1666	0,5	53,5	34,0	87,5	55,1	33,1	88,2
1667		57,0	28,0	85,0			±2,73
1668		53,0	33,5	86,5			
1669		59,0	35,8	94,8			
1670	0,8	59,7	27,0	86,7	58,8	30,8	89,6
1671		57,0	29,0	86,0			±2,35
1672		59,6	31,3	90,9			
1673		62,8	35,5	98,3			
1674	1,6	61,0	30,2	91,2	62,8	34,6	97,4
1675		62,5	37,0	99,5			±2,37
1676		65,5	35,8	101,3			
1677		71,8	33,0	104,8			
1678	2,4	71,5	32,0	103,5	69,7	34,6	104,3
1679		66,0	34,5	100,5			±1,63
1680		69,5	38,8	108,3			

Uebersicht IX.

Steigende Kaligaben in Form von Kaliumsulfat.

Versuchspflanze: Hafer. Bodenmaterial 1000 g Boden Mamerow + 6000 g Sand.

Gefäß Nr.	Differenzdüngung K_2O g	Einzelerträge in g Trockensubstanz Stroh/Korn/Gesamt			Mittelerträge in g Trockensubstanz Stroh/Korn/Gesamt		
1681		34,0	13,0	47,0			
1682	0,0	32,0	16,0	48,0	34,3	16,6	50,9
1683		34,0	22,2	56,2			±2,40
1684		37,0	15,3	52,3			
1685		45,0	19,1	64,1			
1686	0,05	44,0	22,7	66,7	43,5	22,3	65,8
1687		40,0	26,5	66,5			±0,60
1688		45,0	20,8	65,8			
1689		48,5	24,0	72,5			
1690	0,1	43,0	27,4	70,4	46,5	26,2	72,7
1691		45,0	28,0	73,0			±0,92
1692		49,5	25,5	75,0			
1693		50,5	26,0	76,5			
1694	0,2	—	—	—	51,6	27,7	79,3
1695		51,0	29,3	80,3			±1,33
1696		51,0	27,0	78,0			
1697		61,2	29,2	90,4			
1698	0,3	59,8	33,1	92,9	59,0	30,8	89.8
1699		56,0	28,0	84,0			±2,12
1700		59,0	33,0	92,0			
1701		69,8	35,8	105,6			
1702	0,5	68,0	40,7	108,7	67,5	39,1	106,6
1703		66,0	44,0	110,0			±2,73
1704		66,0	35,7	101,7			
1705		68,5	38,0	106,5			
1706	0,8	68,0	46,5	114,5	71,3	41,1	112,4
1707		73,0	42,0	115,0			±2,12
1708		75,5	38,0	113,5			
1709		80,0	46,8	126,8			
1710	1,6	80,0	50,9	130,9	81,9	47,4	129,3
1711		82,5	46,0	128,5			±1,08
1712		85,0	46,0	131,0			
1713		76,0	49,0	125,0			
1714	2,4	73,0	51,5	124,5	76,7	47,9	124,5
1715		78,0	47,0	125,0			±0,36
1716		79,5	44,0	123,5			

Uebersicht X.

Steigende Kaligaben in Form von Kaliumsulfat.

Versuchspflanze: Hafer. Bodenmaterial: 1000 g Boden Scharstorf + 6000 g Sand

Gefäß Nr.	Differenz-düngung K_2O g	Einzelerträge in g Trockensubstanz Stroh/Korn/Gesamt			Mittelerträge in g Trockensubstanz Stroh/Korn/Gesamt		
1617		31,0	15,0	46,0			
1718	0,0	30,0	19,0	49,0	30,8	15,6	46,4
1719		30,0	14,0	44,0			±1,0
1720		32,0	14,5	46,5			
1721		38,0	17,0	55,0			
1722	0,05	35,0	18,0	53,0	35,9	16,8	52,7
1723		32,0	15,1	47,1			±1,99
1724		38,5	17,0	55,5			
1725		39,0	17,0	56,0			
1726	0,1	42,8	23,5	66,3	40,2	20,0	60,2
1727		39,5	20,1	59,6			±2,81
1728		39,5	19,3	58,8			
1729		45,8	23,2	69,0			
1730	0,2	44,9	26,0	70,9	44,9	25,1	70,0
1731		44,9	25,1	70,0			±0,34
1732		44,0	26,0	70,0			
1733		51,5	28,1	79,6			
1734	0,3	49,2	27,2	76,4	50,3	26,6	76,9
1735		52,0	25,0	77,0			±1,05
1736		48,5	26,1	74,6			
1737		55,9	33,0	88,9			
1738	0,5	55,9	31,9	87,8	55,7	31,7	87,4
1739		55,0	29,8	84,8			±0,92
1740		56,0	32,0	88,0			
1741		58,0	37,1	95,1			
1742	0,8	57,0	30,8	87,8	60,1	33,8	93,9
1743		62,0	32,3	94,3			±2,79
1744		63,3	35,0	98,3			
1745		65,7	45,7	111,4			
1746	1,6	71,5	44,0	115,5	68,8	43,1	11,9
1747		68,8	40,1	108,9			±1,36
1748		69,0	42,5	111,5			
1749		72,0	46,0	118,0			
1750	2,4	71,2	46,0	117,2	71,8	44,0	115,8
1751		—	—	—			±2,48
1752		71,0	40,0	111,0			

Uebersicht XI.

Steigende Kaligaben in Form von Kaliumsulfat. bei veränderter Grunddüngung.

Versuchspflanze: Hafer.

Bodenmaterial: 1000 g Boden Scharstorf + 6000 g Sand.

Gefäß Nr.	Differenzdüngung K_2O g	Einzelerträge in g Trockensubstanz Stroh/Korn/Gesamt			Mittelerträge in g Trockensubstanz Stroh/Korn/Gesamt		
2041		34,0	21,5	55,5			
2042	0,0	34,0	15,4	49,4	34,0	18,3	52,3
2043		34,0	17,5	51,5			±1,36
2044		34,0	18,9	52,9			
2045		33,0	18,6	51,6			
2046	0,05	35,0	19,0	54,0	34,4	19,0	53,4
2047		35,0	18,8	53,8			±0,65
2048		34,7	19,5	54,2			
2049		37,5	18,7	56,2			
2050	0,1	35,0	19,5	54,5	36,9	19,1	56,0
2051		37,0	17,5	54,5			±0,67
2052		36,0	20,5	56,5			
2053		37,6	22,0	59,6			
2054	0,2	39,3	20,8	60,1	38,4	20,0	58,4
2055		39,0	19,0	58,0			±1,05
2056		37,5	18,2	55,7			
2057		39,8	20,7	60,5			
2058	0,3	—	—	—	38,0	20,9	58,9
2059		37,2	21,5	58,7			±0,53
2060		37,0	20,4	57,4			
2061		38,0	22,0	60,0			
2062	0,5	40,0	20,0	60,0	39,1	21,7	60,8
2063		39,7	22,2	61,9			±0,52
2064		38,5	22,5	61,0			
2065		43,5	20,5	64,0			
2066	0,8	41,0	20,3	61,3	43,2	21,1	64,3
2067		44,4	20,5	64,9			±1,19
2068		44,0	23,0	67,0			
2069		44,1	22,2	66,3			
2070	1,6	41,0	20,4	61,4	43,0	22,7	65,7
2071		41,0	22,2	63,2			±2,23
2072		45,8	24,8	70,6			
2073		44,0	20,0	64,0			
2074	2,4	43,8	21,0	64,8	41,9	22,0	63,9
2075		40,0	21,0	61,0			±1,03
2076		39,9	26,0	65,9			

Uebersicht XII.

Steigende Phosphorsäuregaben in Form von Superphosphat.

Versuchspflanze: Hafer. Bodenmaterial: 1000 g Boden Mamerow VII. + 6000 g Sand.

Gefäß Nr.	Differenzdüngung P_2O_5 g	Einzelerträge in g Trockensubstanz Stroh/Korn/Gesamt			Mittelerträge in g Trockensubstanz Stroh/Korn/Gesamt		
1753		17,2	3,3	20,5			
1754	0,0	16,8	3,0	19,8	15,6	3,4	19,0
1755		16,2	3,0	19,2			±0,89
1756		12,5	4,1	16,6			
1757		24,0	8,8	32,8			
1758	0,05	20,0	9,0	29,0	21,5	8,8	30,3
1759		20,0	7,8	27,8			±2,28
1760		22,0	9,8	31,8			
1761		29,3	13,1	42,4			
1762	0,1	39,5	16,0	55,5	34,8	16,3	51,1
1763		35,5	21,0	56,5			±3,31
1764		34,8	15,1	49,9			
1765		47,0	22,3	69,3			
1766	0,15	44,5	20,0	64,5	46,0	23,8	69,8
1767		48,0	28,0	76,0			±2,81
1768		44,5	25,0	69,5			
1769		58,0	39,1	97,1			
1770	0,2	—	—	—	58,3	36,5	94,8
1771		58,5	40,4	98,7			±4,07
1772		57,0	30,2	87,2			
1773		69,5	35,0	104,5			
1774	0,3	66,1	38,0	104,1	65,0	39,5	104,5
1775		66,2	45,1	111,3			±2,48
1776		58,0	40,0	98,0			
1777		76,0	38,0	114,0			
1778	0,45	68,0	41,0	109,0	71,1	40,3	111,4
1779		70,5	41,0	111,5			±1,00
1780		70,0	41,0	111,0			
1781		72,0	43,0	115,0			
1782	1,0	70,0	41,0	111,0	71,8	43,0	114,8
1783		70,0	45,0	115,0			±1,34
1784		75,0	43,0	118,0			
1785		77,5	38,0	115,5			
1786	1,5	80,0	50,0	130,0	75,5	45,0	120,5
1787		70,0	46,0	116,0			±3,44
1788		75,0	46,0	121,0			

Uebersicht XIII.

Steigende Phosphorsäuregaben in Form von Superphosphat.

Versuchspflanze: Hafer. Bodenmaterial: 1000 g Boden Boldebuck: + 6000 g Sand.

Gefäß Nr.	Differenzdüngung P_2O_5 g	Einzelerträge in g Trockensubstanz Stroh/Korn/Gesamt			Mittelerträge in g Trockensubstanz Stroh/Korn/Gesamt		
1789		13,0	4,8	17,8			
1790	0,0	11,2	5,0	16,2	12,5	4,5	17,0
1791		13,1	4,1	17,2			±0,34
1792		12,8	4,1	16,9			
1793		24,0	7,0	31,0			
1794	0,05	25,0	14,0	39,0	23,3	10,0	33,3
1795		20,0	9,1	29,1			±2,31
1796		24,0	10,0	34,0			
1797		38,0	18,0	56,0			
1798	0,1	38,0	24,0	62,0	38,5	19,8	58,3
1799		39,0	19,3	58,3			±1,32
1800		39,0	18,0	57,0			
1801		48,2	22,8	71,0			
1802	0,15	46,5	30,0	76,5	47,4	25,2	72,6
1803		49,0	24,0	73,0			±1,54
1804		46,0	24,0	70,0			
1805		54,5	30,1	84,6			
1806	0,2	52,0	33,0	85,0	53,6	30,2	83,8
1807		51,0	26,1	77,1			±2,46
1808		57,0	31,7	88,7			
1809		63,2	36,1	99,3			
1810	0,3	58,5	34,1	92,6	59,6	35,1	94,7
1811		57,0	34,1	91,1			±2,01
1812		59,5	36,0	95,5			
1813		61,5	41,8	103,3			
1814	0,45	61,5	37,0	98,5	63,8	37,5	101,3
1815		68,7	36,1	104,8			±2,75
1816		63,0	35,0	98,0			
1817		62,5	37,5	100,0			
1818	1,0	64,0	32,0	96,0	64,3	35,6	99,9
1819		67,0	34,5	101,5			±1,39
1820		63,5	38,5	102,0			
1821		64,0	38,8	102,8			
1822	1,5	64,0	30,0	94,0	64,3	34,7	99,0
1823		66,0	36,0	102,0			±2,50
1824		63,0	34,0	97,0			

Uebersicht XIV.

Steigende Phosphorsäuregaben in Form von Superphosphat.

Versuchspflanze: Hafer. Bodenmaterial: 1000 g Boden Kluß. + 6000 g Sand.

Gefäß Nr.	Differenzdüngung P_2O_5 g	Einzelerträge in g Trockensubstanz Stroh/Korn/Gesamt			Mittelerträge in g Trockensubstanz Stroh/Korn/Gesamt		
1825		38,5	24,0	62,5			
1826	0,0	36,0	19,0	55,0	38,0	19,9	57,9
1827		37,0	16,0	53,0			±2,81
1828		40,5	20,5	61,0			
1829		42,2	29,0	71,2			
1830	0,05	46,1	25,8	71,9	45,1	26,7	71,8
1831		45,8	27,0	72,8			±0,43
1832		46,0	25,1	71,1			
1833		50,6	36,0	86,6			
1834	0,1	55,1	30,1	85,2	53,6	31,7	85,3
1835		54,2	28,2	82,4			±1,05
1836		54,3	32,5	86,8			
1837		61,1	36,1	97,2			
1838	0,15	58,0	31,4	89,4	59,7	32,3	92,0
1839		56,8	28,3	85,1			±3,42
1840		63,0	33,2	96,2			
1841		—	—	—			
1842	0,2	61,8	34,2	96,0	61,3	35,4	96,7
1843		61,0	37,0	98,0			±1,36
1844		61,0	35,0	96,0			
1845		65,5	36,1	101,6			
1846	0,3	64,4	39,0	103,4	65,4	38,6	104,0
1847		64,0	40,0	104,0			±1,01
1848		67,5	39,1	106,6			
1849		—	—	—			
1850	0,45	68,2	39,0	107,2	66,7	41,1	107,8
1851		64,5	44,6	109,1			±0,71
1852		67,5	39,8	107,3			
1853		72,0	32,0	104,0			
1854	1,0	73,5	35,0	108,5	70,2	34,0	104,2
1855		—	—	—			±2,57
1856		65,0	35,0	100,0			
1857		64,0	34,1	98,1			
1858	1,5	64,0	36,0	100,0	64,9	34,8	99,7
1859		64,0	39,0	103,0			±1,32
1860		67,5	30,1	97,6			

Uebersicht XV.

Steigende Phosphorsäuregaben in Form von Superphosphat.

Versuchspflanze: Hafer. Bodenmaterial: 1000 g Boden Vogelsang I. + 6000 g Sand.

Gefäß Nr.	Differenzdüngung P_2O_5 g	Einzelerträge in g Trockensubstanz Stroh/Korn/Gesamt			Mittelerträge in g Trockensubstanz Stroh/Korn/Gesamt		
1861		13,5	4,1	17,6			
1862	0,0	11,5	3,2	14,7	12,4	3,7	16,1
1863		13,4	4,4	17,8			±1,18
1864		11,1	3,1	14,2			
1865		25,5	9,5	35,0			
1866	0,05	25,0	9,3	35,3	25,5	10,1	35,6
1867		27,0	12,4	39,4			±1,21
1868		24,5	9,1	33,6			
1869		40,0	14,0	54,0			
1870	0,1	38,0	18,0	56,0	38,1	16,1	54,2
1871		37,5	16,3	53,8			±0,65
1872		37,0	16,0	53,0			
1873		50,9	26,6	77,5			
1874	0,15	47,0	24,3	71,3	48,2	24,4	72,6
1875		45,0	22,0	67,0			±2,44
1876		49,8	24,5	74,3			
1877		51,0	28,0	79,0			
1878	0,2	48,0	34,0	82,0	52,4	29,5	81,9
1879		54,5	26,0	80,5			±1,54
1880		56,0	30,0	86,0			
1881		62,5	34,0	96,5			
1882	0,3	61,0	32,0	93,0	61,2	32,6	93,8
1883		61,1	31,3	92,4			±1,03
1884		60,0	33,0	93,0			
1885		57,7	41,5	99,2			
1886	0,45	66,5	44,3	110,8	61,8	41,0	102,8
1887		60,5	40,0	100,5			±3,12
1888		62,5	38,0	100,5			
1889		65,5	35,0	100,5			
1890	1,0	65,4	38,8	104,2	63,7	36,0	99,7
1891		62,0	34,0	96,0			±1,94
1892		62,0	36,0	98,0			
1893		62,0	32,8	94,8			
1894	1,5	64,5	35,5	100,0	62,8	33,9	96,7
1895		—	—	—			±1,89
1896		62,0	33,5	95,5			

Uebersicht XVI.

Steigende Phosphorsäuregaben in Form von Superphosphat.

Versuchspflanze: Hafer. Bodenmaterial: 1000 g Boden Vogelsang VII (Wald) + 6000 g Sand

Gefäß Nr.	Differenzdüngung P_2O_5 g	Einzelerträge in g Trockensubstanz Stroh/Korn/Gesamt			Mittelerträge in g Trockensubstanz Stroh/Korn/Gesamt		
1897		14,5	4,5	19,0			
1898	0,0	12,0	3,5	15,5	13,1	3,7	16,8
1899		13,0	3,1	16,1			±0,81
1900		12,8	3,7	16,5			
1901		25,0	11,0	36,0			
1902	0,05	20,1	7,0	27,1	23,6	9,8	33,4
1903		25,0	9,1	34,1			±2,23
1904		24,1	12,0	36,1			
1905		37,2	23,0	60,2			
1906	0,1	—	—	—	37,4	20,5	57,9
1907		37,0	16,0	53,0			±2,74
1908		38,1	22,0	60,0			
1909		47,0	31,5	78,5			
1910	0,15	48,5	25,0	73,5	49,4	27,4	76,8
1911		53,0	25,0	78,0			±1,21
1912		49,1	28,2	77,3			
1913		55,6	32,0	87,6			
1914	0,2	—	—	—	56,6	30,7	87,3
1915		59,7	30,0	89,7			±1,62
1916		54,5	30,0	84,5			
1917		60,0	34,0	94,0			
1918	0,3	64,5	33,8	98,3	63,3	35,6	98,9
1919		65,2	37,5	102,7			±1,97
1920		63,5	37,0	100,5			
1921		64,0	37,1	101,1			
1922	0,45	70,1	35,0	105,1	65,6	35,8	101,4
1923		64,1	37,1	101,2			±1,38
1924		64,0	34,0	98,0			
1925		67,0	32,2	99,2			
1926	1,0	66,8	34,0	100,8	66,0	35,1	101,1
1927		64,2	42,0	106,2			±1,86
1928		65,8	32,0	97,8			
1929		70,0	34,0	104,0			
1930	1,5	65,0	34,0	99,0	67,3	35,3	102,6
1931		—	—	—			±2,09
1932		66,7	38,0	104,7			

Uebersicht XVII.

Steigende Phosphorsäuregaben in Form von Superphosphat.

Versuchspflanze: Hafer. Bodenmaterial: 1000 g Boden Vogelsang VII (Garten) + 6000 g Sand.

Gefäß Nr.	Differenzdüngung P_2O_5 g	Einzelerträge in g Trockensubstanz Stroh/Korn/Gesamt			Mittelerträge in g Trockensubstanz Stroh/Korn/Gesamt		
1933		6,9	3,0	9,9			
1934	0,0	9,0	2,5	11,5	7,7	3,0	10,7
1935		8,0	3,3	11,3			±0,56
1936		6,8	3,0	9,8			
1937		18,9	6,6	25,5			
1938	0,05	17,9	5,0	22,9	19,1	6,3	25,4
1939		19,7	7,0	26,7			±0,92
1940		20,1	6,5	26,6			
1941		28,0	11,7	39,7			
1942	0,1	35,0	16,7	51,7	32,0	14,4	46,4
1943		35,0	16,3	51,3			±3,67
1944		30,0	13,0	43,0			
1945		37,4	17,5	54,9			
1946	0,15	46,1	21,0	67,1	42,6	20,3	62,9
1947		43,8	22,5	66,3			±2,86
1948		43,0	20,1	63,1			
1949		53,0	28,9	81,9			
1950	0,2	49,3	26,0	75,3	53,3	27,4	80,7
1951		57,2	26,3	83,5			±2,24
1952		53,8	28,5	82,3			
1953		60,0	32,0	92,0			
1954	0,3	60,0	33,0	93,0	60,8	33,0	93,8
1955		60,0	33,0	93,0			±1,27
1956		63,3	34,1	97,4			
1957		67,0	38,0	105,0			
1958	0,45	63,0	44,5	107,5	65,8	38,6	104,4
1959		68,1	35,5	103,6			±1,34
1960		65,0	36,5	101,5			
1961		65,0	37,1	102,1			
1962	1,0	60,8	41,4	102,2	63,4	36,1	99,5
1963		64,7	38,0	102,7			±3,08
1964		63,0	28,0	91,0			
1965		65,5	33,5	99,0			
1966	1,5	61,0	44,7	105,7	64,2	35,6	99,8
1967		67,4	35,5	102,4			±3,08
1968		63,1	29,0	92,1			

Uebersicht XVIII.

Steigende Phosphorsäuregaben in Form von Superphosphat.

Versuchspflanze: Hafer. Bodenmaterial: 1000 g Boden Luisenhof + 6000 g Sand.

Gefäß Nr.	Differenzdüngung P_2O_5 g	Einzelerträge in g Trockensubstanz Stroh/Korn/Gesamt			Mittelerträge in g Trockensubstanz Stroh/Korn/Gesamt		
1969		12,7	3,0	15,7			
1970	0,0	13,5	4,8	18,3	12,9	3,8	16,7
1971		12,7	3,8	16,5			±0,58
1972		12,8	3,5	16,3			
1973		26,5	9,0	35,5			
1974	0,05	23,5	8,2	31,7	24,1	8,9	33,0
1975		23,1	8,0	31,1			±1,10
1976		23,2	10,2	33,4			
1977		36,8	19,5	56,3			
1978	0,1	35,0	17,0	52,0	35,8	17,2	53,0
1979		33,0	12,8	45,8			±2,93
1980		38,5	19,5	58,0			
1981		44,7	23,5	68,2			
1982	0,15	43,9	22,2	66,1	43,4	22,3	65,7
1983		41,5	21,0	62,5			±1,80
1984		—	—	—			
1985		52,0	35,0	87,0			
1986	0,2	52,0	28,2	80,2	51,9	32,4	84,3
1987		51,4	26,8	78,2			±2,20
1988		52,0	39,5	91,5			
1989		52,3	37,0	89,3			
1990	0,3	60,8	40,2	101,0	57,8	40,0	97,8
1991		59,9	36,9	96,8			±3,42
1992		58,2	45,8	104,0			
1993		63,0	49,5	112,5			
1994	0,45	67,1	39,5	106,6	63,7	43,4	107,1
1995		64,0	38,5	102,5			±1,92
1996		60,8	46,2	107,0			
1997		60,0	51,2	111,2			
1998	1,0	63,0	42,7	105,7	62,0	47,4	109,4
1999		63,0	44,3	107,3			±2,05
2000		61,9	51,2	113,1			
2001		65,0	47,5	112,5			
2002	1,5	66,0	37,5	103,5	61,4	42,9	104,3
2003		68,0	44,8	112,8			±3,91
2004		66,5	41,9	108,4			

Uebersicht XIX.

Steigende Phosphorsäuregaben in Form von Superphosphat. bei veränderter Grunddüngung.

Versuchspflanze: Hafer. Bodenmaterial: 1000 g Boden Luisenhof + 6000 g Sand.

Gefäß Nr.	Differenzdüngung P_2O_5 g	Einzelerträge in g Trockensubstanz Stroh/Korn/Gesamt			Mittelerträge in g Trockensubstanz Stroh/Korn/Gesamt		
2005		15,0	6,2	21,2			
2006	0,0	15,8	7,2	23,0	15,0	7,0	22,0
2007		14,0	6,5	20,5			±0,81
2008		15,0	8,1	23,1			
2009		30,2	18,3	48,5			
2010	0,05	28,2	15,0	43,2	27,9	16,7	44,6
2011		25,0	19,0	44,0			±1,45
2012		28,0	14,5	42,5			
2013		39,5	26,3	65,8			
2014	0,1	38,2	20,2	58,4	40,0	24,6	64,6
2015		38,2	26,7	64,9			±1,38
2016		44,0	25,0	69,0			
2017		49,3	31,5	80,8			
2018	0,15	48,4	28,2	76,6	49,0	30,7	79,7
2019		48,0	34,0	82,0			±1,21
2020		50,2	29,2	79,4			
2021		52,0	31,2	83,2			
2022	0,2	50,0	25,1	75,1	50,0	28,8	78,8
2023		—	—	—			±2,63
2024		48,0	30,0	78,0			
2025		53,0	31,5	84,5			
2026	0,3	52,0	24,2	76,2	50,9	28,2	79,1
2027		51,5	27,0	78,5			±1,67
2028		47,8	30,2	78,0			
2029		55,2	29,5	84,7			
2030	0,45	52,8	23,5	76,3	52,0	27,5	79,5
2031		51,0	25,5	76,5			±2,24
2032		49,0	31,5	80,5			
2033		51,3	26,0	77,3			
2034	1,0	54,0	24,6	78,6	51,6	27,2	78,8
2035		50,2	29,5	79,7			±0,62
2036		51,0	28,5	79,5			
2037		48,0	29,0	77,0			
2038	1,5	47,0	25,0	72,0	46,4	26,6	73,0
2039		43,5	26,5	70,0			±1,99
2040		47,0	26,0	73,0			

Lebenslauf.

Als Sohn des Apothekers Hans Bando wurde ich, Hans Joachim Bando, am 7. Januar 1905 zu Golzow im Oderbruch geboren. Ich bin evangelisch-lutherischer Konfession und besitze die preußische Staatsangehörigkeit. Nach Uebersiedlung meiner Eltern nach Mecklenburg besuchte ich zunächst eine Privat-Vorschule in Rostock und trat sodann in das Gymnasium dortselbst ein. Nach 9½-jährigem Besuche bestand ich Michaelis 1923 das Abiturientenexamen. Leider mußte ich meine ursprüngliche Absicht, Offizier zu werden, aus persönlichen Gründen aufgeben und wandte mich der Apothekerlaufbahn zu. Nach zweijähriger Praktikantenzeit in Rostock bestand ich das pharmazeutische Vorexamen mit ‚gut' und nach einjähriger Assistentenzeit in Heidelberg bezw. Lübeck und anschließendem Studium in Rostock im W. S. 1928/29 das pharmazeutische Staatsexamen mit ‚gut'. Seit dem 1. Februar 1929 habe ich an der Landwirtschaftlichen Versuchsstation zu Rostock gearbeitet, um dort vorliegende Arbeit auf Anregung und unter Leitung von Herrn Prof. H. Wiessmann anzufertigen. Meine gegenwärtige Adresse ist: Rostock, Lloydstr. 18.

Buchdruckerei G. Thiele, Lippstadt